

평형계의 신경해부학 및 생리

가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 재활의학교실

임 선

Anatomy and Physiology of Balance

Sun Im, M.D., Ph.D.

Department of Rehabilitation Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea

Postural balance is controlled by intricate connections between the vestibular, visual and proprioception system. Among these, the vestibular system is one of the key factors in coordinating and maintaining balance. The peripheral apparatus for the vestibular system consists of the semicircular canals, which sense head rotation; and the otoliths, which sense gravity and linear acceleration. The central vestibular pathways form a large network from the vestibular nuclei, ocular motor nuclei, integration centers in the pons and rostral midbrain, vestibulocerebellum, thalamus, to the multisensory vestibular cortex areas in the temporoparietal cortex. The most important structures for the central vestibular pathways are those mediating the vestibulo-ocular reflex (VOR), and the descending pathways into the spinal cord along the medial and lateral vestibulospinal tract which mediate postural control. The cortical structures involved in vestibular function are the parietoinsular vestibular cortex, the retroinsular cortex, the superior temporal gyrus and the inferior parietal lobule. Activation of the cortical network during vestibular stimulation is not symmetrical; dominance is stronger in the nondominant hemisphere, in the hemisphere ipsilateral to the stimulated ear and in the hemisphere ipsilateral to the slow phase of the vestibular caloric nystagmus. Disorder of the vestibular pathway, anyway along its various tracts, may result in balance and coordination impairments and lead to misperception of motion. (**Brain & NeuroRehabilitation 2013; 6: 47-53**)

Key Words: cerebellum, postural balance, proprioception, vestibular, vestibulo-ocular reflex

서 론

평형기능은 하나의 뇌 영역만이 조절하는 것이 아니라, 여러 신경영역들의 기능들이 통합되면서 조절된다. 따라서 침범되는 신경영역에 따라 다양한 평형기능 장애와 임상증상이 나타날 수 있다. 예를 들면 갑자기 균형을 못 잡게 될 경우 흔히 현기증과 어지럼증을 느끼고, 몸의 중심을 잡지 못하게 되면서, 체간과 사지는 균형을 잡기 위해서 흔들리기 시작하고, 심한 경우 낙상으로도 이어질 수 있다. 평형기능에 관여하는 신경계는 체성감각과 운동신경계뿐만 아니라 전정신경계, 시각신경계 및 고유감각신경계 등 다양한 계통들이 있다. 특히 평형기능에서 가장 중요한 역할을 하는 것은 전정신경계로서, 평형기능을 논하는데 있어, 가장 심도 있게 다뤄줘야 하는 부분이다.

평형기능에 관여하는 각각의 신경들의 위치와 기능을

숙지하는 것도 중요하지만 이들을 연결해주는 신경로에 대한 이해가 필수적이다. 평형계의 말초신경과 중추신경계의 연결은 다음과 같이 요약하여 설명할 수 있다. 우선 내이도에 위치한 말초기관에서 머리의 회전과 선형가속도의 움직임을 감지하여 이런 정보를 중간뇌뒤판(tegmentum)에 위치한 전정핵과 소뇌로 전달한다. 전정핵과 소뇌에서는 전정신경계의 신호들을 처리하면서, 다른 감각계에서 들어오는 머리와 몸의 방향에 대한 정보를 통합하여 처리한다. 여기에서 처리된 정보에 맞춰 체간 운동의 반응들이 나타나게 된다. 운동반응들은 크게 전정안반사(vestibulo-ocular reflex, VOR), 전정경추반사(vestibulocervical reflex, VCR), 전정척수반사(vestibulospinal reflex, VSR)로 나타나게 된다. 전정안반사는 머리회전 움직임에 대한 안구 운동 반응을 담당하고, 전정경추반사는 머리 움직임에 맞게 목의 운동반응을 담당한다. 전정척수반사는 머리 움직임에 맞춰 체간 균형을 잡을 수 있도록 체간 운동반응을 담당한다. 감각계와 운동계는 이런 정보들을 다시 뇌피질로 전달하여 공간 안에서 몸의 움직임 및 균형에 대해서 인지하도록 해준다.

교신저자: 임 선, 경기도 부천시 원미구 소사로 327

☎ 420-717, 가톨릭대학교 의과대학 부천성모병원 재활의학교실

Tel: 032-340-2170, Fax: 032-340-2173

E-mail: lafolia@catholic.ac.kr

본 론

1) 말초기관

측두골의 암양부(petrous)에는 골미로와 막미로(membranous labyrinth)가 위치하고 있는데 전정기능과 관련된 구조는 막미로이며, 이 안에 위치한 감각상피는 소리뿐만 아니라 머리 움직임을 감지하는 역할을 한다. 머리의 움직임에 따라서 활성화되는 구조는 크게 반고리관(semicircular canals)과 이석기관(otoliths)으로 이루어져 있다. 반고리관은 머리의 각속도의 변화를 감지한다. 이석기관은 난형난(utricle)과 구형난(sacculle)으로 이루어져 있으며 중력 및 머리의 선형가속(linear acceleration)을 감지한다.¹

(1) 반고리관

양쪽 귀에는 각각 세 개의 반고리관이 위치하고 있는데, 수평, 전반 및 후반 고리관으로 구성되어 있다. 이들은 서로 90도로 직각을 이루고 있으며, 각면 방향의 운동을 감지할 수 있다. 특히 후반고리관과 전반고리관은 전두 및 시상면에서 약 45도에 위치하고 있다(Fig. 1).

머리가 한쪽으로 회전하게 될 경우, 동일 평면상에 위치한 반고리관들이 기능적인 쌍을 이루면서 보완적인 신호를 전달하게 된다. 예를 들어 좌측수평반고리관은 우측 수평반고리관과 쌍을 이루어 수평 움직임을 감지한다. 머리를 우측으로 수평 가속시키면, 우측반고리관이 활성화되고 좌측 수평반고리관의 기능은 억제됨으로써 우측방향의 회전움직임 신호만 중추계로 전달되면서 머리가 우측으로 회전하고 있다는 사실을 알게 된다. 이와 유사하게 좌측 전반고리관과 우측 후반고리반관은 대칭적인 기능을 하면서 상호보완적으로 작동하며, 좌측 후반고리관과 우측 전반고리관은 서로 쌍을 이루어 상호보완적으로 기

능한다.

각 반고리관이 끝나는 볼록한 부분에 팽대부(ampulla)가 위치하고 있는데, 각 팽대부에는 팽대부정(cupula)이 있다. 팽대부정 안에는 운동섬모(kinocilia) 및 입체섬모(stereocilia)들이 위치하고 있다. 팽대부정에는 감각유모세포(sensory hair cell)들을 감싸고 있는 젤라틴 물질이 바탕질을 구성하고 있다. 또한 팽대부정은 팽대부까지 연결되어 있어 내림프액이 통과하지 못하도록 되어 있다(Fig. 2).

귀의 미로속의 액체인 내림프(endolymph)의 움직임에 가해지는 압력에 따라 팽대부정이 구부러지게 되고, 팽대부정의 압력에 따라서 입체섬모들은 편향, 즉 한쪽으로 구부러지게 된다. 만일 이 입체섬모들의 편향방향이 운동섬모를 향해서 일어나면, 흥분 신호가 전달이 되고 생체전기 활동과 활동전위가 발생하여 전정신경으로 전달된다. 만일 이 입체섬모들의 방향이 운동섬모를 향하지 않을 경우, 과분극이 일어나며, 억제 신호가 전달된다. 예를 들어 좌측방향으로 머리가 회전을 하게 될 경우, 회전 운동 초기에는 관성에 의해서 내림프액은 반대방향, 즉 우측으로 움직이게 된다. 이러한 내림프액 흐름의 방향에 따라 좌측팽대부정에 압력이 전해지고 좌측 팽대부정 안에 있는 감각상피들이 활성화된다. 따라서 좌측 수평반고리관이 활성화되고, 우측 수평반고리관의 신호는 억제된다.

그러나 이런 반고리관은 머리가 일정한 속도로 회전을 지속하게 될 경우, 머리에 대한 내림프액과 머리 회전 움직임 방향은 어느 순간 일치하게 되면서, 반고리관의 팽대부정에 가해지는 압력은 사라지게 되고, 감각상피에 전달되는 자극도 점차 사라지게 된다. 따라서 머리 회전 속도가 어느 균일한 속도로, 일정시간 이상 지속하게 되는 경우, 우리는 더 이상 움직임을 감지하지 못하게 된다. 그러

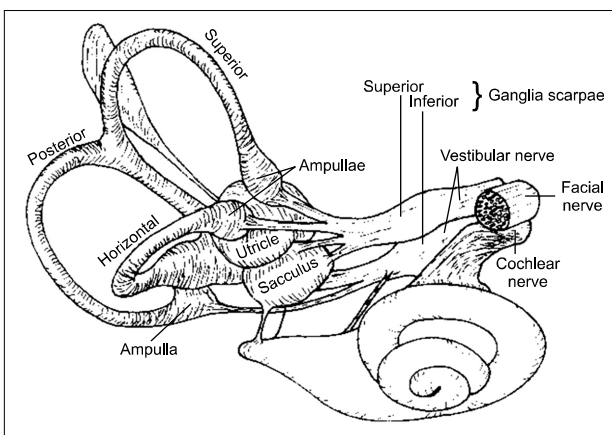


Fig. 1. Lateral view of the right human labyrinth (adapted from Hardy 1934).

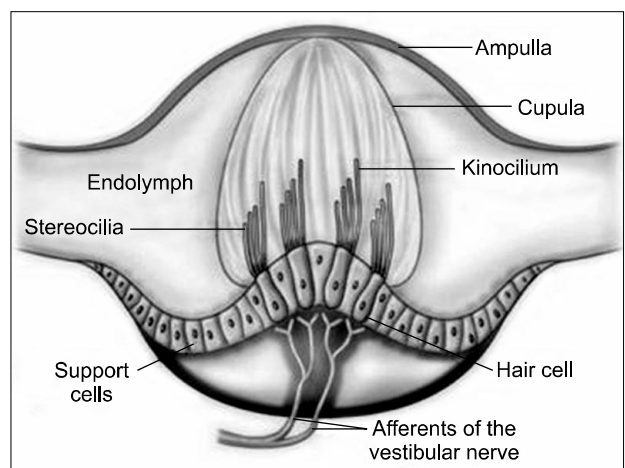


Fig. 2. Schematic drawing of the semicircular canal showing the ampulla and cupula.

다가 회전이 멈추면, 내림프액은 수초 동안 반대 방향으로 움직이기 때문에, 내림프액 압력이 반대편의 팽대부정으로 전달되어, 한동안 머리가 반대편으로 계속 회전을 하고 있다는 착각이 생기면서 순간 현기증을 느끼게 된다.

(2) 이석기관

이석기관은 머리의 선형가속을 감지하는 역할을 담당한다. 또한 중력에 대한 머리경사도를 감지하는 역할을 한다. 이석기관은 두 개의 기관으로 이루어져 있는데 난형낭과 구형낭이 있다. 전자는 수평면을 이루고 있고 후자는 방시상(parasagittal)면에 위치하고 있다. 이석기관의 용모세포섬모들은 젤라틴막에 쌓여져 있는데, 이 막에는 무거운 이석(otoconia)이 붙어 있다. 머리 움직임이 선형으로 가속화됨에 따라 무거운 이석막은 한 방향으로 뒤쳐지면서, 유모세포들은 편향되게 하여 전정신경섬유에 활동전위를 전달한다. 난형낭은 수평면에서 일어나는 선가속에 대해서 반응을 하고, 구형낭은 시상면으로 일어나는 선가속에 대해서 반응하도록 되어있다.

상전정신경은 전반고리관, 수평반고리관과 난형낭에서 오는 구심 신경섬유들로 이루어져있다. 하전정신경은 후반고리관과 구형낭에서 나오는 신경섬유들로 이루어져있다. 이 전정신경들의 세포체는 신경절(Scarpas' ganglion)에 있는데, 이 세포체는 내이도에 위치하고 있다. 전정신경은 내이도(internal auditory canal, IAC)의 개구부에서 전정와우신경(8번뇌신경)을 형성하게 된다. 내이도 안에는 안면신경, 와우신경 및 미로동맥이 같이 주행한다. 내이도는 측두골을 따라서 뇌교 부위에서 뒤우묵(posterior fossa)까지 도달하게 되는데, 전정신경은 다리뇌숨 경계 부위에서 뇌간 위치에서 나오게 된다.

2) 중추신경계

(1) 전정신경핵(vestibular nucleus)

전정신경핵은 뇌간에 위치하고 있으며 연수부위까지 연결되어 있다. 좌우로 각각 4개의 핵으로 구성되어있는데, 상방, 내측 외측 및 하방 핵이 존재한다. 여기서 상방 및 내측 전정핵은 전정안반사와 관련되어 있으며, 내측핵은 외측전정핵과 같이 머리와 체간 운동에도 관여함으로써 전정척수반사에도 관여한다. 하방전정핵은 내이도에서의 구심신호뿐만 아니라, 소뇌, 시각신경 및 체성감각신경계로부터 오는 다양한 정보를 받아들이고 통합하는 역할을 한다(Fig. 3).

(2) 전정신경핵에서의 경로

전정신경로는 측두골의 전정신경절에 있는 일차 전정신경세포에서 시작되어, 뇌간의 전정신경핵에 있는 이차 전정신경세포로 투사한다. 전정신경핵에서 축삭은 ① 시상피질구조물, ② 내측종속(medial longitudinal fasciculus, MLF)을 통해 ③ 동안신경핵(oculomotor nucleus), ④ 척수, ⑤ 소뇌 그리고 ⑥ 자율신경연수중추로 투사된다(Table 1). 이런 다양한 부위들로 전정신경로가 투사되기 때문에 전정계 병변이 있는 환자들은 이중 어디에라도 병변이 발생할 경우 현기증, 안진, 측방돌진(lateropulsion), 보행실조, 구역, 구토와 같은 자율신경증상까지 보일 수 있다. 전정기관을 담당하는 피질부위 존재에 대한 이견은 많으나 최근 가장 많이 지적되고 있는 부위가 도피질(insular cortex)이다. 도피질에 실제 전기자극을 가할 경우, 회전성 현기증이 유발될 수 있다. 도피질은 때로 두정도전정피질(parietoinsular vestibular cortex, PIVC or retroinsular areas)로도 불린다.

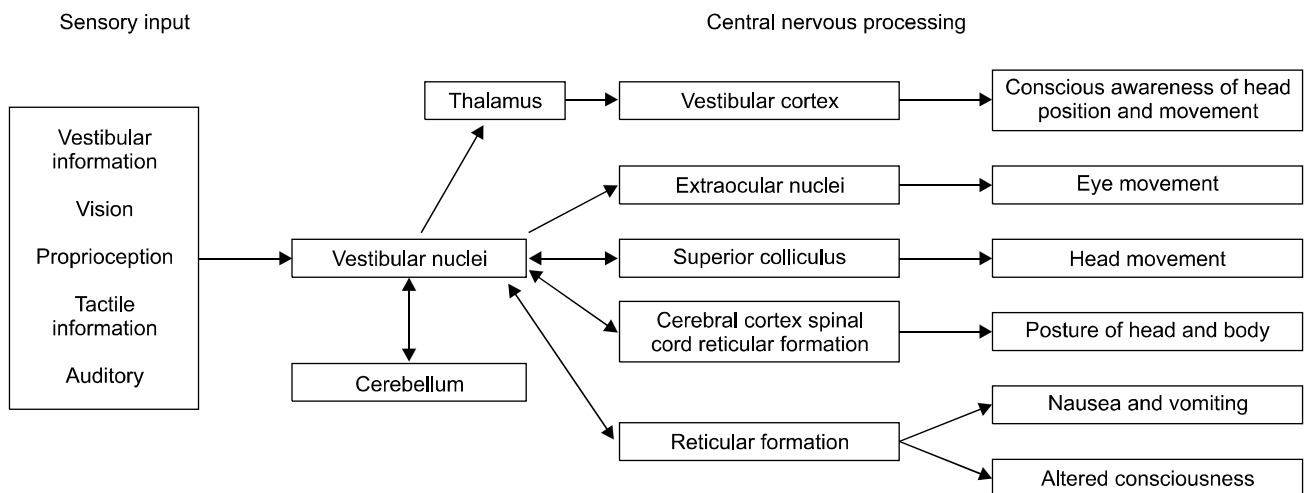


Fig. 3. Diagram showing the various connections of the vestibular nuclei (modified from Lundy-Ekman 2012).

Table 1. Pathways Involved in the Vestibular Control (Modified from Lundy-Ekman)

	Destinations	Function
Medial longitudinal fasciculus	Connections with the extraocular nuclei (CN III, IV, and V)	Influence eye and head movements
Vestibulospinal tracts	Medial and lateral vestibulospinal tracts	Posture control
Vestibulocolic pathways	To the nucleus of the CN XI	Influence head position
Vestibulothalamocortical pathways	Thalamus and vestibular cortex	Provide conscious awareness of head position and movement
Vestibulocerebellar pathways	Vestibulocerebellum	Control the magnitude of muscle responses to vestibular information
Vestibuloreticular pathways	Reticular formation	Control autonomic centers for nausea and vomiting

Table 2. Innervation from the Semicircular Canals (SCC) through the Vestibular Nucleus (VN) to the Ocular Muscles (Adapted from Schubert et al. 2004)

Primary afferent	Secondary neuron	Extraocular motoneuron	Muscle
Lateral (right) SCC	Medial VN	Right oculomotor nucleus Left abducens nucleus	Right medial rectus Left lateral rectus
Anterior (right) SCC	Lateral VN	Left oculomotor nucleus	Left inferior oblique Right superior rectus
Posterior (right) SCC	Medial VN	Left trochlear nucleus Left oculomotor nucleus	Right superior oblique Left inferior rectus

(3) 척수(spinal cord)

체간과 몸은 선형 및 회전 가속도에 따라 균형을 맞추기 위해서 적절하게 반응해야 한다. 이런 조절을 위해서 전정 신경핵에서 척수의 백색질로 투사되는 하행신경로에는 ① 외측전정척수로(lateral vestibulospinal tract)와 ② 내측전정척수로(medial vestibulospinal tract) 그리고 ③ 망상척수로(reticulospinal tract)가 있다.²

가) 외측전정척수로: 외측전정척수로는 동측 외측 전정 신경핵에서 시작되어, 동측 소뇌와 이석에서 감각정보를 받는다. 즉 중력에 대한 머리 방향에 따라서 주로 하지의 신전 운동반응 또는 항중력 체간 운동반응(antigravity postural motor activity)을 담당한다.

나) 내측전정척수로: 반대측 내측, 상하방 전정신경핵에서 기인하여 반대측반고리관의 회전운동에 대한 체간 자세 반응을 담당하게 되는데, 이때 내측전정척수로는 척수의 내측중속을 통해서 경추 근육까지만 내려간다는 특징이 있다.

다) 전정척수 및 전정경추 반사: 위 두 개의 전정척수를 따라서 머리의 회전방향이나 위치에 반응하는 두 가지 반사운동이 있는데 이것들이 바로 전정척수반사와 전정 경추반사이다.³ 전정척수반사의 주 목적은 머리의 중력움직임에 따라 체간이 한쪽으로 쏠려 넘어지지 않기 위해서 체간과 하지 균형을 잡는 것이다. 예를 들어서 뒤에서 누

가 민다면, 몸에 대한 머리의 중력 움직임이 생기면서 이석들은 앞으로 쏠리는 가속을 감지하게 된다. 이때 반응 반사로 넘어지지 않기 위해서 동측은 신전하고 반대측 사지는 굴곡하는 운동반응이 나오게 된다. 전정경추반사는 머리회전에 대해서 목이 적절하게 움직이도록 경추근육의 움직임을 조절한다.⁴

(4) 내측중속, 및 눈운동신경핵(ocular motor nucleus)

내측중속은 눈의 움직임을 담당하는 신경핵과 전정신경핵들을 연결한다. 내측 및 상방전정신경핵들은 내측중속을 따라서 동안신경, 도르래신경(trochlear nerve) 및 외전신경(abducens nerve)으로 연결된다.² 이런 연결을 통해서 내측중속은 머리 회전에 대한 전정안반사에 관여하게 된다.

가) 전정안반사: 전정안반사는 귀와 눈 사이에 3개의 신경원 아크(neuron arc)로 이루어져 있다. 첫 번째는 8번뇌 신경섬유와 전정신경핵 사이에 있고, 두 번째는 전정신경핵섬유와 동안 신경핵사이(3번, 4번, 6번뇌신경), 그리고 마지막 세 번째는 동안신경핵과 외안근 신경근육연접이다(Table 2). 이런 연결을 통해서 반고리관에서 감지하는 머리회전가속도에 대한 정보는 눈 움직임을 담당하는 핵까지 전달되어, 머리가 움직여도 눈 오목에 있는 상은 움직이지 않고 고정될 수 있다. 따라서 머리를 움직이는 동안 머리 움직임과 속도는 동일하나 반대방향으로 눈이 보

상운동을 하고 있기 때문에 물체가 흔들리지 않고 계속 선명하게 보일 수 있다(Fig. 4).⁵

(5) 시상피질구조물

모든 몸의 감각은 시상을 지나가는데 전정신경핵의 정보가 피질로 전달되기 전에 시상의 후외측복측핵을 거치게 된다.⁶ 전정신경계와 관련된 다양한 피질구조물들이 거론되고 있는데 최근 연구에 의하면 전정신경계와 밀접한 연관을 갖는 피질구조물로는 두정측두피질(parieto temporal cortex), 도피질 또는 두정도전정피질, 상측두회부위(superior temporal gyrus)와 하두정소엽(inferior parietal lobule)이 거론되고 있다.⁷ 뇌피질로 전정신경계 정보가 전달됨으로써 몸이 회전할 때 그 방향과 몸의 자세에 대해서 인지 할 수 있다. 또한, 말초전정신경계 감각기관에 이상이 없어도, 위에서 거론된 뇌피질구조물에 뇌병변이 발생할 경우 환자는 균형장애를 보일 수 있다. 전정신경 자극시에 나타나는 피질운동의 특징은 다음과 같다; 두 개반구에서 나타나는 운동반응은 대칭적이지 않는데, 여기에 관여하는 인자는, 대상자의 손잡이(handedness), 전정자극이 가해진 방향, 그리고 전정안진의 운동방향등이 있다.⁸ 예를 들어 손잡이가 아닌 대뇌반구에서 반응이 더 높았으며, 자극을 받은 귀의 동측대뇌반구, 그리고 전정안진의 주시안정(느린 안구 운동, slow phase)의 방향과 일치하는 대뇌반구에서 활성도가 더 높은 것으로 나타났다. 또

한 전정신경계가 활성화 될 때, 양측 대뇌반구의 시각신경 및 체성신경감각계의 비활성화가 관찰된다고 한다.⁹ 아직 더 많은 연구가 필요하지만, 시각신경계와 전정신경계는 상호 억제하는 관계가 있는 것으로 생각되고 있다(Fig. 5).¹⁰

(6) 소뇌

소뇌는 전정핵의 전정기능과 관련된 신호를 받는 구심(afferent)역할을 하는 한편, 다시 전정핵으로 신호를 전달하는 원심(efferent)역할도 한다. 소뇌는 직접적으로 전정신경계반사에 관여하지 않지만, 반사반응들이 효과적으로 작용할 수 있도록 조정해준다. 소뇌에서 나가게 되는 축삭들은 대부분 억제 역할을 한다. 특히 소뇌 충부와 소엽결절은 전정계 소뇌라고 불릴 정도로 평형기능과 밀접한 관계를 갖고 있다.

가) 고립성 소뇌 병변: 전정신경핵과 상호 작용하는 소뇌 구조물들로는 소엽(flocculus), 소절(uvula), 및 심부 소뇌 신경핵들이 있는데 이 구조물들에 이상이 생길 경우 전정신경계 기능이상과 평형기능에 이상을 초래한다. 그러나 각 소뇌 부위에서 평형기관과 전정신경계에 담당하는 역할에 차이가 있기 때문에, 소뇌 병변 위치에 따라 환자가 느끼는 평형장애는 다를 수 있다.¹¹

소뇌의 소엽은 전정안반사의 반응 정도를 조절 해주고, 소뇌결절(nodulus) 전정안반사의 반응 시간을 조절하

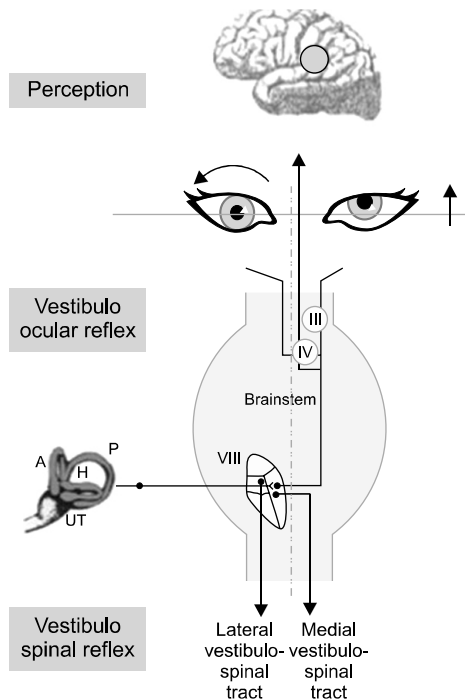


Fig. 4. Schematic drawing showing the neural structures involved in the vestibulo-ocular reflex (adapted from Dieterich 2007).

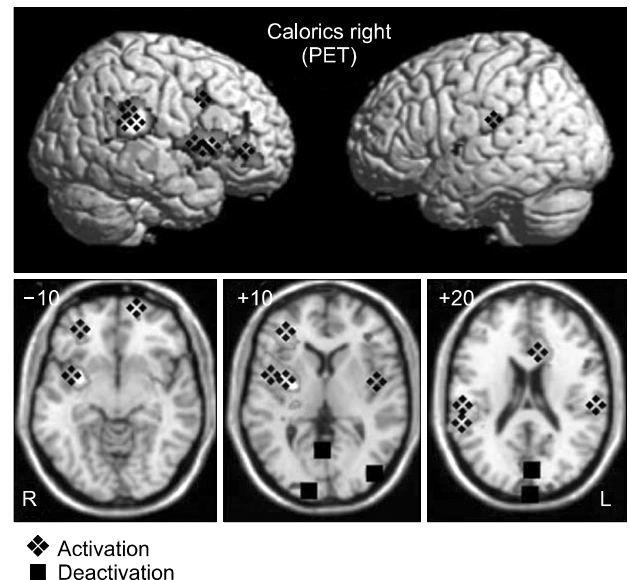


Fig. 5. Illustration showing cortical activation during vestibular stimulation. Activations in the temporo-parieto-insular areas of both sides are observed with dominance of the non-dominant right hemisphere. During vestibular stimulation, deactivations are observed in the visual cortex bilaterally (adapted from Dieterich 2010).

고, 이석기관에서 들어오는 신호를 조절하는 기능을 가지고 있기 때문에 이 부위에 병변이 있을 경우 안구 운동 움직임이 불안정해지고 보행장애가 초래될 수 있다. 대부분 고립성 일측 소뇌병변이 있을 경우 전정안반사 억제결손, 사지운동실조, 체간운동실조 및 구음장애를 동반할 수 있다. 소뇌 충부(vermis)병변은 주로 전정척수반사에 영향을 주기 때문에 체간 운동 실조를 일으키고 하지에서 들어오는 체성감각신경계 정보를 제대로 사용하지 못해서 체간 균형에 이상이 생긴다. 그러나 이 부위에 이상이 생길 경우 현기증을 동반하지 않는다.

3) 혈류공급

(1) 말초 전정 기관의 혈류

내이동맥(internal auditory artery)은 주로 미로에 혈액공급을 담당하는데, 내이동맥이 전하소뇌동맥(anterior inferior cerebellar artery, AICA)에서 갈라져 나와서 기인하는 것이 가장 보편적이지만, 가끔 기저동맥(basilar artery)의 분지로 갈라져 나오는 경우도 있다.¹² 내이동맥에서는 다시 전전정동맥 분지가 나오는데 이 동맥이 주로 고리관과 난형낭의 혈액공급을 담당한다. 내이동맥은 이후 총 와우동맥(common cochlear artery)으로 계속 되다가 두 개의 종말 동맥으로 갈라지게 된다. 이 부위의 동맥들은 겹가지나 문합이 잘 이루어지지 않아, 허혈에 굉장히 취약하고, 혈액공급이 15초만 정지되어있어도, 청각 기능이 소실 될 수 있다. 특히 단독 미로 부위의 뇌경색은 뇌자기공명영상에서 정상소견을 보이면서 갑작스러운 청각기능소실 및 현훈 등 말초에 국한된 증상들만 나타날 수 있는데 이는 전하소뇌동맥의 전구증상으로 나타날 수 있다.¹³

(2) 중추 전정계의 혈류

급성 현기증 환자 중에 뇌간 및 소뇌 병변으로 기인하는

경우는 10% 이하를 차지한다고 하지만, 뇌신경재활환자에서는 말초병변보다는 뇌병변으로 인한 환자들을 더 많이 보게 된다. 뇌병변중에서 소뇌 병변일 경우 환자는 전정신경계의 심한 기능 장애를 갖게 되어 평형기능에 문제를 갖게 된다.¹⁴ 소뇌 중에서도 주로 전하소뇌동맥이나 후하소뇌동맥의 경색이나, 소뇌병변이 있는 경우에 주로 평형기능의 저하를 보게 된다(Fig. 6).

가) 전하소뇌동맥: 지배 영역이 전정신경계의 중요한 부분을 차지하고 있다. 즉 미로와 8번뇌신경, 진입부와 전정신경핵 일부를 포함한 뇌교 위치의 외측뇌간, 전정소뇌(vestibulocerebellum)를 지배한다. 따라서 말초 및 중추가 동시에 나타나는 혼합양상의 전정기능장애를 동반하는 경우가 많다. 병변의 동측으로 환자들은 일측성 전정기능 이상, 자발성안진, 난청, 호너증후군, 안면감각상실, 안면마비, 및 운동 실조를 나타낸다.¹⁵

나) 후하소뇌동맥(posterior inferior cerebellar artery, PICA): 후하소뇌동맥은 전정신경핵들이 위치하는 외측 연수와 대부분의 미측소뇌에 혈액공급을 담당하는데, 병변측으로 수평적 회전성 안진과 주시 유발성 안진을 나타내는 경우가 많다. 이때 전하소뇌동맥과 다르게 청각이 보전 되어 있고 전정기능뿐만 아니라 다른 하부 뇌신경들의 침범으로 인해, 연하곤란, 성대 마비로 인한 목소리변화, 구역 반사 감소 등 다양한 마비 증상을 동반할 수 있다는 것이 주 감별 점이다. 후하소뇌동맥은 외측 및 내측 분지를 내게되는데 이중에서 전정신경계와 밀접한 관계를 갖고 있는 것은 후자이다. 내측후하소뇌동맥(medial PICA) 분지는 소뇌 충부와 결절, 구개수(uvula), 그리고 하부 소뇌반구(inferior cerebellar hemisphere)의 혈액을 공급한다.¹⁶ 이중 결절부위는 전정안반사를 조절하는 중요한 역할을 담당하고 있는데, 이 부위는 전적으로 내측분지에서 혈액공급을 받는다. 따라서 이 내측분지에만 뇌경색이 발생할 경우 환자는 전정신경계 증상, 즉, 현훈, 현기증, 구토 및 자세 불안정을 주로 나타나게 된다.

그러나 내측 분지를 제외한 외측분지(lateral PICA)에만 국한 되어 뇌경색이 발생할 경우 전정증상은 관찰되지 않으며, 병변과 동측으로의 보행장애, 동측면으로 사지 운동거리조절이상(dysmetria)을 보인다는 것이 주 특징이다. 이와 대조적으로 위소뇌동맥(superior cerebellar artery)이 전정신경계에 주는 영향은 위 두 동맥에 비해서 대조적으로 적다.

결론

전정신경계, 시각신경 및 체성감각신경계 자극들은 중

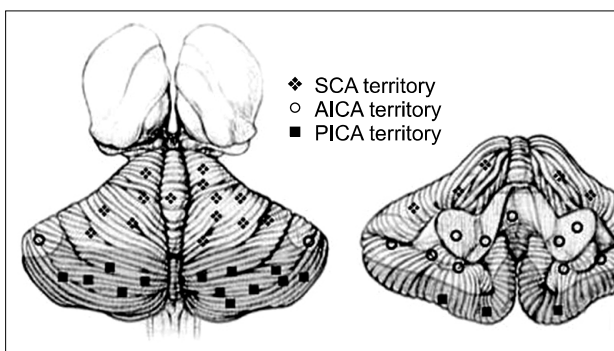


Fig. 6. Schematic drawing showing the vascular territories of the cerebellum (modified from Lundy-Ekman 2012).

추신경계에서 통합되어 일관된 반응을 하는 경우, 머리 움직임에 대해서 적절하게 평형 기능을 유지 할 수 있다. 그러나 이런 전정신경계에 문제가 생길 경우, 다른 기관들이 다시 균형을 잡도록 보상 작용을 한다. 이렇게 다른 기관들의 상호 작용을 통해서 보완되는 것이 전정신경계의 특징이고, 이것이 바로 전정 재활의 기초가 되기도 한다.

참 고 문 헌

- 1) Hardy M. Observations on the innervation of the macula sacculi in man. *Anat Rec.* 1934;59:403-418
- 2) Lim JS, Han BI. *Dizziness. A practical approach to diagnosis and management.* 1st ed. Korea: Purunsol; 2008
- 3) Schubert MC, Minor LB. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Phys Ther.* 2004;84:373-385
- 4) Dieterich M. Central vestibular disorders. *J Neurol.* 2007; 254:559-568
- 5) Brandt T. Classification of vestibular brainstem disorders according to vestibulo-ocular reflex planes. *Klin Wochenschr.* 1991;69:121-123
- 6) Dieterich M, Bartenstein P, Spiegel S, Bense S, Schwaiger M, Brandt T. Thalamic infarctions cause side-specific suppression of vestibular cortex activations. *Brain.* 2005;128:2052-2067
- 7) Brandt T, Dieterich M. The vestibular cortex. Its locations, functions, and disorders. *Ann N Y Acad Sci.* 1999;871:293-312
- 8) Dieterich M, Bense S, Lutz S, Drzezga A, Stephan T, Bartenstein P, Brandt T. Dominance for vestibular cortical function in the non-dominant hemisphere. *Cereb Cortex.* 2003;13:994-1007
- 9) Naito Y, Tateya I, Hirano S, Inoue M, Funabiki K, Toyoda H, Ueno M, Ishizu K, Nagahama Y, Fukuyama H, Ito J. Cortical correlates of vestibulo-ocular reflex modulation: a PET study. *Brain.* 2003;126:1562-1578
- 10) Dieterich M, Brandt T. Imaging cortical activity after vestibular lesions. *Restor Neurol Neurosci.* 2010;28:47-56
- 11) Lee H. Neuro-otological aspects of cerebellar stroke syndrome. *J Clin Neurol.* 2009;5:65-73
- 12) Perlman HB, Kimura R, Fernandez C. Experiments on temporary obstruction of the internal auditory artery. *Laryngoscope.* 1959;69:591-613
- 13) Kim JS, Cho KH, Lee H. Isolated labyrinthine infarction as a harbinger of anterior inferior cerebellar artery territory infarction with normal diffusion-weighted brain MRI. *J Neurol Sci.* 2009;278:82-84
- 14) Kim HA, Lee H. Recent advances in central acute vestibular syndrome of a vascular cause. *J Neurol Sci.* 2012;321:17-22
- 15) Lee H, Kim HJ, Koo JW, Kim JS. Superior divisional vestibular paresis in anterior inferior cerebellar artery infarction. *J Neurol Sci.* 2009;285:250-253
- 16) Lundy-Ekman. *Neuroscience, Fundamentals for rehabilitation.* 4th ed. Korea: Elsevier; 2012