

삼차-얼굴신경연결과 얼굴표정근육 운동의 해부학 및 기능적 고찰

양헌무, 허경석[†], 김희진[†]

연세대학교 치과대학 구강생물학교실 해부 및 발생생물학과

(2013년 2월 15일 접수, 2013년 2월 26일 수정접수, 2013년 3월 4일 게재승인, Published Online 30 March 2013)

간추림 : 본 연구는 기존의 문헌고찰을 통해 삼차-얼굴신경 연결이 얼굴표정근육에 미치는 신경해부학 및 기능해부학적 관계를 고찰하기 위해 시행되었다. 삼차신경의 눈신경, 위턱신경 그리고 아래턱신경은 머리뼈의 해부학적 구조를 통해 얼굴 부위로 빠져나와 얼굴 피부와 근육에 분포하여 감각성분을 제공한다. 특히 눈신경의 눈확위신경(안쪽가지와 가쪽가지), 위턱신경의 눈확아래신경(아래눈꺼풀가지, 바깥코가지, 안쪽코가지, 가쪽위입술가지, 안쪽위입술가지) 그리고 아래턱신경의 턱끝신경(입꼬리가지, 가쪽아래입술가지, 안쪽아래입술가지, 턱끝가지)은 여러 가지를 내어 얼굴의 넓은 부위에 분포한다. 얼굴신경은 붓꼭지구멍을 빠져나와 다섯 개의 가지(관자가지, 광대가지, 볼가지, 턱모서리가지 및 목가지)로 나뉘어 얼굴표정근육에 분포한다.

삼차신경과 얼굴신경은 얼굴부위에서 연결을 이루어 '다른 뇌신경기원 신경연결'을 이룬다. 이러한 삼차-얼굴신경연결은 눈부위(눈확위신경과 관자가지), 광대부위(광대신경과 관자 및 광대가지), 아래눈확부위(눈확아래신경과 광대가지), 아래턱부위(턱바퀴관자신경과 얼굴신경줄기), 볼부위(볼신경과 볼가지 및 광대가지) 그리고 턱끝부위(턱끝신경과 볼가지 및 턱모서리가지)에서 관찰된다.

얼굴표정근육은 근막에 둘러싸이지 않은 채로 머리뼈와 피부를 바로 연결하여 정교한 얼굴표정을 나타낸다. 대뇌 피질에서 결절뇌줄기로를 통해 얼굴신경운동핵으로 전해진 운동정보는 얼굴신경을 통해 얼굴표정근육으로 전해지고, 삼차신경을 통해 얻어진 얼굴부위의 고유감각은 삼차신경감각핵을 통해 시상상을 거쳐 대뇌결절 및 소뇌로 전해지며, 이러한 정보는 얼굴신경이 얼굴표정근육을 정교하게 움직일 때 필요한 정보를 제공한다. 얼굴신경의 운동성분은 삼차-얼굴신경연결을 통해 삼차신경을 타고 얼굴표정근육에 전해지며, 얼굴신경이 분포하는 곳에서 감각신경이 얻어져 삼차-얼굴신경연결을 통해 삼차신경으로 전달될 것으로 생각된다.

찾아보기 낱말 : 신경연결, 얼굴신경, 삼차신경, 얼굴표정근육

머리말

1. 얼굴에 분포하는 운동 및 감각신경

얼굴표정근육(facial expression muscle)은 눈, 코 그리고 입 주위의 근육들로 이루어지며 근막 없이 머리뼈

와 얼굴을 직접 연결하여 피부조직을 당김으로써 얼굴 표정을 나타낸다. 이들은 둘째 인두활의 중배엽에서 기원하며, 이러한 발생학적 기원에 따라 얼굴신경(facial nerve)의 지배를 받는다[1]. 얼굴표정근육의 근육섬유들은 서로 복잡하게 얽혀 있으며, 그 경계가 모호하고 하나의 얼굴표정근육에서도 각기 달리 작용하는 여러 부분으로 나뉘는 경우가 많다. 복잡하게 얽혀진 얼굴표정근육들이 특정 감정을 표현하기 위해서는 작은 근육단위에서 명확하고 독립적으로 통제되어야 한다. 이는 각각의 얼굴표정근육에 분포하는 얼굴신경 가지들이 독립된 운동정보를 전달한다는 것을 시사한다.

얼굴의 표정은 대뇌결절이 관여하는 복잡한 중추신경계의 처리 정보가 얼굴신경이라는 통로를 통해 얼굴표정근육으로 전달되어 이루어진다. 근육의 움직임은

*본 연구는 연세대학교 치과대학 2010년도 교수연구비에 의하여 이루어졌음(6-2010-0089).

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

[†] 김희진, 허경석은 공동교신저자임.

공동교신저자: 김희진, 허경석(서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 치과대학 601호 해부 및 발생생물학 교실)

전자우편: hjk776@yuhs.ac

근육의 위치, 힘의 정도, 속도 등의 고유감각정보를 바탕으로 조절되며 이는 얼굴표정근육의 복잡한 움직임 또한 고유감각정보를 반영한다.

신경분포를 기준으로 보면 얼굴의 범위는 정수리점(vertex)과 귀구슬점(tragus), 턱뼈각점(gonion), 턱끝점(gnathion)을 이은 선의 앞이다[1,2]. 얼굴의 감각정보는 삼차신경이 담당하며, 뒤통수부분은 큰뒤통수신경이나 셋째뒤통수신경 등의 척수신경이 분포한다. 삼차신경은 온도, 촉각, 통각 및 고유감각 등 얼굴부분의 감각정보를 관장하는 얼굴의 유일한 감각신경이다. 임상적으로 삼차신경통(trigeminal neuralgia), 얼굴 및 입안내의 수술이나 감염 등에 의한 신경손상으로 말미암은 감각이상 등을 평가하기 위하여, 삼차신경의 분포영역에 대한 정확한 지식을 제공하는 연구들이 수행되어져 왔다[3,4].

복잡한 얼굴표정근육이 정교하게 움직이기 위해서는 고유감각을 포함한 감각정보가 필요하다는 것을 고려해볼 때, 얼굴에서 삼차신경의 분포 양상을 얼굴표정근육의 운동 측면과 관련지어 고찰해 볼 필요가 있다. 본 연구는 이전 연구들의 문헌고찰을 통해 얼굴 부위에 삼차신경과 얼굴신경이 분포하고 연결되는 양상, 그리고 얼굴표정근육의 운동과 삼차신경에서 얻어진 고유감각과의 관계를 살펴보았다. 이를 위해 두 신경의 신경해부학과 얼굴에서 분포하고 연결되는 국소해부학적 연구들을 정리하였다. 또한 얼굴표정근육의 움직임과 관련된 생리학, 심리학 분야의 연구들을 참고하여 기능해부학적으로 고찰해 보았다.

2. 삼차신경과 얼굴신경의 신경해부학

얼굴신경의 운동성분: 얼굴표정근육에 분포하는 특수내장날성분 (Special visceral efferent of facial nerve)

얼굴신경은 둘째인두활(second pharyngeal arch) 기원의 근육에 분포하는 운동성분(특수내장날성분, special visceral efferent, SVE)과 귀밑샘을 제외한 침샘 등에 분포하는 부교감성분(일반내장날성분, general visceral efferent, GVE)을 내보내며, 혀 앞 2/3과 입천장의 맛각각과(특수, special visceral afferent, SVA) 컷바퀴와 바깥귀길의 일반감각(일반몸들성분, general somatic afferent, GSA)을 받아들인다[5]. 얼굴신경운동핵(facial motor nucleus)에서 나온 신경섬유(axons)는 갓돌림신경핵(abducens nucleus)의 가쪽에서 일어나 안쪽으로 주행한 후, 갓돌림신경을 감고 다시 바깥쪽으로 주행하여

뇌줄기를 빠져나온다. 얼굴신경은 얼굴표정근육과 붓목뿔근(stylohyoid muscle), 두힘살근의 뒤갈래(posterior belly of digastric muscle) 그리고 등자근(stapedius muscle) 등의 둘째인두활에서 기원된 뼈대근육에 분포하여 운동성분을 전달한다[6].

얼굴표면의 얼굴신경 (Facial nerve on the face)

근육에 분포하는 얼굴신경은 뇌줄기의 안쪽에서 나오며, 나머지 신경섬유들은 뇌줄기의 바깥쪽에서 나와, 이것을 따로 중간신경(intermediate nerve)이라 부른다. 또한, 뇌줄기의 바깥쪽과 안쪽에서 두 뿌리로 나온 신경이 합쳐져 얼굴신경이 이루어지므로 얼굴신경을 안면중간신경(intermediiofacial nerve)이라고 부르기도 한다[2]. 중간신경을 제외한 얼굴신경운동핵에서 나오는 신경섬유들만 붓꼭지구멍을 통해 빠져나간다. 따라서 붓꼭지구멍에서 나오는 얼굴신경 가지들은 모두 얼굴신경운동핵에서 기원되는 운동신경섬유이다[5]. 운동신경섬유들은 귀밑샘(parotid gland)에 쌓여 안쪽으로 주행하다가 얼굴부위에서 다섯 개의 가지-관자가지(temporal branch), 광대가지(zygomatic branch), 볼가지(buccal branch), 턱모서리가지(marginal mandibular branch) 그리고 목가지(cervical branch)-로 나뉘어 얼굴표정근육에 분포한다[6,7] (Fig. 1).

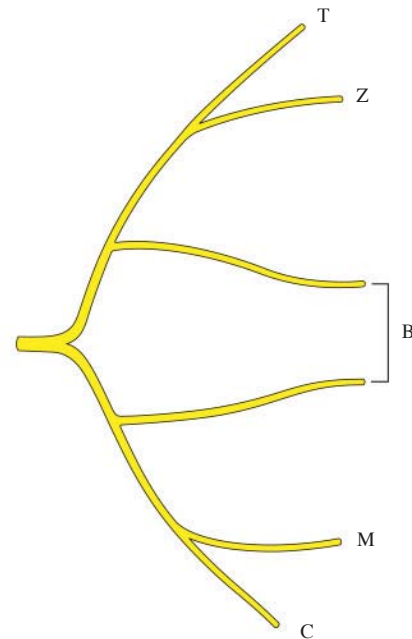


Fig. 1. Five branches of the facial nerve on the face. T: Temporal branch, Z: Zygomatic branch, B: Buccal branches, M: Marginal mandibular branch, C: Cervical branch.

삼차신경의 감각성분: 얼굴부위의 감각을 수용하는 일반몸들성분 (General somatic afferent of trigeminal nerve)

삼차신경은 얼굴 부위의 통각, 고유감각 등을 받아들이는 일반몸들성분(GSA)과 첫째인두활(first pharyngeal arch)에서 기원하는 씹기근육(masticatory muscle) 등에 특수내장날성분(SVE)을 제공하는 두 종류의 신경섬유로 구성된다.

삼차신경절(trigeminal ganglion)에 세포체를 둔 거짓출극 일차신경원은 삼차신경으뜸핵(main sensory nucleus or pontine nucleus of trigeminal nerve)과 삼차신경척수핵(spinal nucleus of trigeminal nerve)으로 연결된다. 삼차신경절의 말초가지들은 눈신경(ophthalmic nerve), 위턱신경(maxillary nerve) 그리고 아래턱신경(mandibular nerve) 등을 통해 얼굴, 이마, 코안과 입안의 점막, 치아, 뇌경질막(dura mater) 등의 촉각, 압력, 통증이나 온도감각의 수용체와 연결된다. 반면, 씹기근육 신경근육방추(neuromuscular spindle)의 감각정보, 위턱과 아래턱의 얼굴부위(skin of maxilla and mandible), 치아, 치주인대(periodontal ligament)의 고유감각(proprioception) 등을 전달하는 일부 신경섬유의 일차신경원은 삼차신경절이 아니라 삼차신경중간뇌핵(mesencephalic nucleus)에 위치한다[2,5,8].

삼차신경의 운동성분: 씹기근육 등에 분포하는 특수내장날성분 (Special visceral efferent of trigeminal nerve)

삼차신경운동핵(trigeminal motor nucleus)에서 기원한 신경섬유들은 아래턱부위의 일반감각을 전달하는 일반몸들성분(GVA)과 합쳐져 아래턱신경을 이룬다. 이들은 첫째인두활에서 유래한 씹기근육 등에 분포하는 운동성분 즉, 특수내장날성분(SVE)을 전달한다[9]. 이들은 깨물근(masseter muscle), 관자근(temporal muscle), 안쪽 및 가쪽날개근(medial and lateral pterygoid muscle)의 씹기근육과 턱목뿔근(mylohyoid muscle), 두힘살근의 앞힘살(anterior belly of digastric muscle), 입천장긴장근(tensor palatini muscle) 그리고 고막긴장근(tensor veli tympani muscle) 등에 분포한다. 삼차신경중간뇌핵에서 받아들여진 씹기근육의 움직임과 관련한 다양한 감각정보는 중추신경계의 처리 과정을 거쳐 씹기근육의 움직임에 반영된다[10,11]. 삼차신경으뜸핵의 일부가 삼차신경운동핵과 직접 연결되어 반사적으로 씹는 힘을 조절하는 아래턱반사(jaw jerk)의 경로를 이루기도 한다[6].

얼굴표면의 삼차신경 (Trigeminal nerve branches on the face)

삼차신경운동핵에서 유래된 신경섬유는 아래턱신경으로만 합류되므로, 눈신경과 위턱신경은 순수한 감각신경이다. 아래턱신경 또한 이들과 마찬가지로 일반몸들성분을 삼차신경절 및 삼차신경중간뇌핵의 일차신경원으로 전달하는 신경섬유를 포함한다. 눈신경은 위눈확체사를 통해 중간머리뼈우묵에서 나와 안구결막, 코결굴에 분포하는 가지를 낸 후, 눈확외웨임을 통해 얼굴 표면으로 나와서 이마, 위눈꺼풀, 코의 피부 등에 분포한다. 위턱신경은 원형구멍을 통해 중간머리뼈우묵에서 나와 물렁 및 단단입천장, 위턱의 잇몸과 치아 그리고 위턱굴의 점막에 분포하는 가지를 낸 후, 눈확아래구멍을 통해 얼굴 표면으로 나와서 얼굴의 중간부분, 아래눈꺼풀, 코의 바깥쪽, 윗입술의 피부 등에 분포한다. 아래턱신경은 세 신경다발중 가장 크며, 타원구멍을 통해 중간머리뼈우묵에서 나와 귀의 앞쪽 및 위쪽의 피부와 뺨, 혀, 입안바닥의 점막에 분포하는 가지를 낸 후, 턱뼈구멍(mandibular foramen)을 통해 아래턱뼈로 들어간 뒤 아래턱치아에 신경가지를 내면서 턱뼈관(mandibular canal) 안을 주행한다. 이들은 턱끝구멍을 통해 얼굴 표면으로 나와 턱끝부위와 아랫입술, 뺨, 아래턱의 잇몸에 분포한다[5].

붓꼭지구멍을 나와 얼굴에 분포하는 신경섬유는 모두 운동성분이므로 얼굴피부와 얼굴표정근육의 고유감각수용기를 포함한 다양한 감각수용기에는 모두 삼차신경의 신경섬유가 분포한다.

3. 얼굴신경과 삼차신경의 국소해부학적 연구들

1) 얼굴신경의 주행과 분포양상

붓꼭지구멍에서 분지되기 전까지: 줄기(trunk)

한국인의 붓꼭지구멍은 얼굴피부에서 약 2cm 정도의 깊이(21.0mm, 표준편차 3.1mm)에 자리 잡고 있다[7]. 대부분의 얼굴신경은 붓꼭지구멍에서 단일한 굵은 줄기(trunk)로 나와 아래, 앞가쪽으로 주행하다가 턱밑샘으로 채워져 있는 아래턱뒤오목(retromandibular fossa)으로 들어간다. 얼굴신경의 가쪽은 관자턱밑샘근막(temporoparotid fascia)에 덮여 있는데, 이는 턱밑샘근막의 섬유와 섞여, 바위고막틀틈새에서 귀밑샘까지 연장된 결합조직이다. 붓꼭지구멍에서부터 얼굴신경이 여러 갈래로 갈라지는 부위까지의 거리, 즉 줄기의 길이는 대략 13.0mm에서 21.0mm까지 보고된다[7]. 줄기는 하나의 단일줄기로 나오는 경우가 대부분이나, 약 3%에

서 26.7%의 빈도로 보조줄기(minor trunk)가 관찰되기도 한다[12].

얼굴신경이 처음 분지되는 양상: 갈래 (division)

줄기는 다섯 가지로 나뉘기 전에, 먼저 두 갈래(bifurcation) 또는 세 갈래(trifurcation)로 나뉜다. 두 갈래로 나누어 지는 경우는 관자얼굴갈래(temporofacial division)와 목얼굴갈래(cervicofacial division)로 나뉜다. 세 갈래로 나누는 경우에는 두 갈래 사이에 볼갈래(buccal division)가 독립적으로 나뉘며, 두 갈래로 나누는 경우가 86.7%에서 97.8%의 빈도로 대부분이다[13,14]. 두 갈래로 갈라지는 경우 볼가지는 관자얼굴갈래와 목얼굴갈래에서 모두 나온다. 볼가지를 내보낸 후 관자얼굴줄기는 관자가지와 광대가지로, 목얼굴줄기는 턱모서리가지와 목가지로 나뉜다.

얼굴신경의 다섯 가지 (branches)

Kwak 등(2004)의 한국인을 대상으로 한 연구를 보면, 아래턱뒤부위(retromandibular area)에서 두 갈래로 갈라지는 경우 관자얼굴갈래와 목얼굴갈래에서 모두 볼가지가 나온다(Fig. 1). 볼가지는 44.8%에서 광대가지와 만나며, 17.3%에서 턱모서리가지와 만나고, 17.3%에서 광대가지와 턱모서리가지 모두와 만난다. 나머지 13.8%에서 볼가지는 광대가지 및 턱모서리가지와 만나지 않는다[7]. 얼굴신경은 눈, 코 그리고 입 부위와 같은 먼(distal)부위로 갈수록 가지들이 가늘고 복잡하게 나뉘는 양상을 보이므로, 얼굴의 정중면으로 갈수록 각 가지의 만나는 양상이 빈번하게 관찰될 것으로 생각된다.

2) 삼차신경의 분포양상

얼굴신경이 붓꼭지구멍에서 줄기로 나와 가쪽으로 주행하며 더 작은 갈래와 줄기로 나뉘어 얼굴표정근육에 분포하는 데 비해, 삼차신경의 눈신경은 눈확위패임(supra-orbital notch), 위턱신경은 눈확아래구멍(infra-orbital foremen), 관자얼굴구멍(zygomaticofacial foramen), 관자광대구멍(zygomaticotemporal foramen) 그리고 아래턱신경은 턱끝구멍(mental foramen) 등의 해부학적 구조를 지나 해당 부위에 바로 분포한다.

삼차신경의 분포: 눈신경, 위턱신경 그리고 아래턱신경

얼굴부위의 삼차신경은 수직적으로는 눈신경, 위턱신경 그리고 아래턱신경으로 나뉘어 분포하며, 수평적으로는 정중면에 가까운 신경군(정중면영역), 눈확위패임-눈확아래구멍-턱끝구멍을 연결한 수직선(본 연구에서는 중간선으로 명명)에 위치한 신경군(중간선영역) 그리고 관자와 볼부분(볼광대영역)에 위치한 신경군으로

나뉠 수 있다. 발생 4주차에서부터 볼 수 있는 얼굴용기(facial prominence)들의 위치와 세 종류의 삼차신경이 분포하는 영역은 비슷하다. 위턱용기(maxillary prominence)와 아래턱용기(mandibular prominence)에서 유래된 부분의 감각은 각각 위턱신경과 아래턱신경이 관장한다. 이마코용기(frontonasal prominence)에서 유래된 부분은 눈신경이 분포한다. 이마뿐만 아니라 정중선 가까운 코부위의 피부까지 삼차신경의 첫 번째 가지인 눈신경이 담당한다[1,6].

정중면영역에서는 안쪽에서부터 눈신경의 가지인 도르래아래신경, 도르래위신경 그리고 바깥코신경이 분포한다. 이들은 수직적으로 짧게 주행한다는 특징을 가진다. 중간선영역에서는 눈확위패임에서 나온 눈확위신경(눈신경의 가지), 눈확아래구멍에서 나온 눈확아래신경(위턱신경의 가지) 그리고 턱끝구멍에서 나온 턱끝신경(아래턱신경의 가지)이 있다. 볼광대영역에서는 위턱신

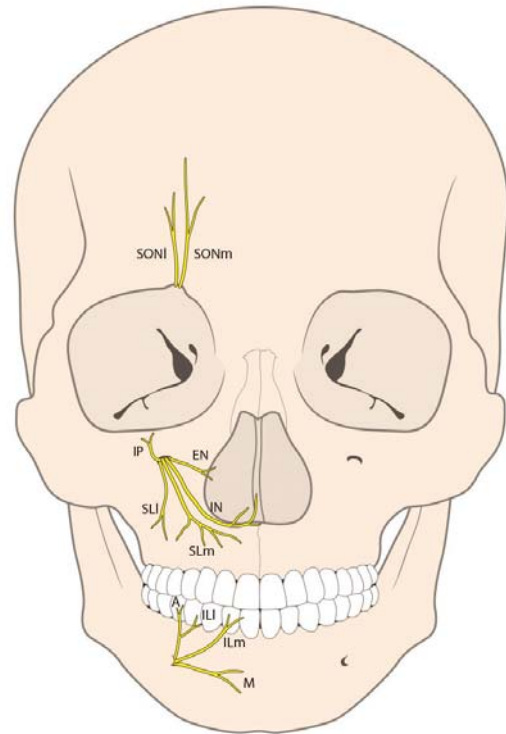


Fig. 2. Three major sensory nerves of trigeminal nerve on the face: Supraorbital nerve (SON), Infraorbital nerve (ION) and Mental nerve (MN). SONI: Lateral branch of SON, SONm: Medial branch of SON, IP: Inferior palpebral branch of ION, EN: External nasal branch of ION, IN: Internal nasal branch of ION, SLI: Lateral superior labial branch of ION, SLm: Medial superior branch of ION, A: Angular branch of MN, ILI: Lateral inferior labial branch of MN, ILm: Medial inferior labial branch of MN, M: Mental branch of MN.

경의 광대얼굴신경과 광대관자신경 그리고 아래턱신경의 불신경과 콧바퀴관자신경이 분포한다[1,6].

얼굴의 중간선영역(눈확위패임-눈확아래구멍-턱끝구멍선):
눈확위신경, 눈확아래신경 그리고 턱끝신경
(Fig. 2, Table 1)

중간선영역의 세 신경은 여러 갈래로 나뉘어 넓은 범위에 분포한다는 공통점이 있다. 눈확위신경은 피부 등의 표층에 분포하는 안쪽가지와 머리덜개널힘줄 깊이 분포하는 가쪽가지로 나뉜다[15,16]. 이들은 뒤통수 이마근과 눈돌레근 윗부분 그리고 눈썹주름근(corrugator supercilli)의 영역에 위치한다. 눈확아래신경은 아래 눈꺼풀가지(inferior palpebral branch), 바깥코가지(external nasal branch), 안쪽코가지(internal nasal branch), 안쪽위입술가지(medial superior labial branch) 그리고 가쪽위입술가지(lateral superior labial branch)로 나뉜다[17]. 이들은 아래눈꺼풀, 콧망울과 인중, 윗입술에 걸쳐 분포하며 감각을 담당한다. 이는 발생학적으로 양쪽 안

쪽코용기(medial nasal prominence)가 합쳐져 형성되는 위턱사이부분(intermaxillary segment)을 포함한다. 아래턱신경의 가지인 턱끝신경은 입꼬리가지(angular branch), 안쪽아래입술가지(medial inferior palpebral branch), 가쪽아래입술가지(lateral inferior palpebral branch) 그리고 턱끝가지(mental branch)로 나뉘어 각각 입꼬리와 아래입술 그리고 턱끝부위에 분포한다[18].

설러 염색을 통한 신경분포영역의 관찰: 입꼬리 부위의 신경분포

이상의 해부학적 연구에서는 신경가지들의 존재나 연결양상이 관찰되는 경우 그 존재를 확인할 수 있으나, 해당 대상이 관찰되지 않으면 존재하지 않는다고 확신할 수는 없다. 대상이 존재하지 않아 관찰되지 않는 것인지 구조물이 해부 시 손상되어 관찰할 수 없는지 분명히 알 수 없기 때문이다. 설러염색은 근육을 투명화 시키면서 신경을 염색하는 방법으로, 원하지 않는 신경 위치의 변위나 손상 없이 더욱 정확하고 세밀한 관찰

Table 1. Three facial sensory nerves of the trigeminal nerves, which are emerging on the intermediate line (supraorbital notch-infra-orbital foramen-mental foramen)

Nerves	Branches	Distributions and Innervations
Supraorbital n. -Ramified from ophthalmic n. -emerged through supraorbital notch *classified as referring to Knize (1995)	Medial br. (superficial br.)	Proceeding over the occipitofrontal m. as innervating to the skin and scalp.
	Lateral br. (deep br.)	Proceeding between the galea aponeurosis and the pericranium, and innervating frontoparietal scalp.
	Inferior palpebral br.	Consisted of the ascending twigs which are innervating the inferior palpebral area from its lateral portion to medial portion, as forming "fan shaped" distributing area.
Infra-orbital n. -Ramified from maxillary n. -emerged through infra-orbital foramen *classified as referring to Hu et al. (2006)	External nasal br.	Proceeding superomedially and innervating the ala nasi area
	Internal nasal br.	Proceeding inferomedially and innervating the philtrum area and vestibular area of the nose.
	Lateral superior labial br.	Proceeding inferolaterally and innervating the lateral portion of the superior labial area.
	Medial superior labial br.	Proceeding inferomedially and innervating the medial portion of the superior labial area.
Mental n. -Ramified from mandibular n. -emerged through mental foramen * classified as referring to Hu et al. (2007) and Yang et al (2012).	Angular br.	Proceeding superiorly and innervating the angular area. Communicating with the infra-orbital and mental nerve.
	Lateral inferior labial br.	Proceeding superiorly and innervating the lateral portion of the inferior labial area. Overlapped and intermingled with the angular br.
	Medial inferior labial br.	Proceeding superomedially and innervating the medial portion of the inferior labial area. Most dominant br. of the mental n. Its right and left brs. converging towards the midline of the mentum.
	Mental br.	Proceeding medially and innervating the mentum.

이 가능한 방법이다[19]. Yang 등(2011)은 사람 입 주위의 표본을 실러염색 처리하여 관찰한 결과 눈확아래신경, 볼신경 그리고 턱끝신경의 명확한 분포양상을 얻을 수 있었다[20]. 이들의 연구에 의하면, 볼신경은 입 꼬리주위에서도 관찰되는데 눈확아래신경의 가쪽위입술가지 및 턱끝신경의 가쪽아래입술가지의 분포영역과 겹치며 분포한다. 턱끝신경의 경우 위안쪽으로 주행하는 안쪽아래입술가지가 가장 두드러지게 관찰되며, 이를 기준으로 위가쪽과 아래안쪽에 잔가지들이 열기를 이루며 분포한다.

3) 얼굴신경과 삼차신경의 연결 (Table 2)

얼굴신경과 삼차신경의 연결: 다른 뇌신경 기원 신경연결 (Heterogeneous nervous communication)

이전에 기술한 바와 같이 얼굴신경의 불가지는 환자 가지 또는 턱모서리가지와 만나 신경연결(nervous communication)을 이루며, 삼차신경의 가지인 볼신경은 같은 삼차신경의 가지인 눈확아래신경 또는 턱끝신경과 만나 신경연결을 이룬다[7,20]. 이들 사이의 신경연결은 얼굴신경 또는 삼차신경이라는 단일한 뇌신경기원의 가지 간의 연결이므로 ‘같은 뇌신경 기원 신경연결(homogeneous nervous communication)’이라 부를 수 있다.

얼굴신경이 다른 뇌신경과 만나는 양상은 19세기 중반부터 보고됐다[21]. Diamond 등(2011)에 의하면 얼굴신경은 삼차신경, 속귀신경(vestibulocochlear nerve), 혀인두신경(glossopharyngeal nerve) 그리고 미주신경(vagus nerve)과 신경연결을 이룬다[22]. 이들은 얼굴신경과 다른 뇌신경간의 만남이므로, ‘다른 뇌신경 기원

신경연결(heterogeneous nervous communication)’이라 부를 수 있다. 얼굴에서 볼 수 있는 다른 뇌신경 기원 신경연결은 주로 삼차신경과의 연결로 이루어져 있다. 얼굴부위에서 얼굴신경은 삼차신경의 가지인 눈신경의 눈확위신경, 위턱신경의 광대신경과 눈확아래신경, 아래턱신경의 컷바퀴관자신경, 볼신경, 혀신경 등과 만난다.

눈주위부위 (Ocular area)

눈확위신경과 얼굴신경가지와의 연결은 많은 연구자에 의해 보고되었다[23-25]. 특히 Hwang 등(2005)은 한국인 표본 44%에서 얼굴신경의 관자가지와 눈확위신경이 만나는 것을 관찰하였다. 도르래아래신경 및 도르래위신경과 얼굴신경가지와의 연결을 관찰한 연구는 드물지만, 이들의 신경연결 또한 존재할 것으로 생각된다.

광대부위 (Zygomatic area)

광대영역에서는 Shimada 등(1994)이 광대관자신경과 얼굴신경의 관자가지가, 광대얼굴신경과 광대가지가 만난다고 보고하였다[26]. 광대얼굴신경과 광대가지가 만나는 것은 Gasser (1967), Baumel (1974) 등의 연구자들에 의해서도 확인되었다[24,27].

아래눈확부위 (Infra-orbital area)

Hu 등(2007)은 그들이 관찰한 한국인 표본 전부에서 눈확아래신경의 가쪽윗입술가지가 얼굴신경의 관자가지와 만나며, 일부의 바깥코가지가 얼굴신경 일부 가지와 만난다고 보고하였다[18]. Gasser (1967), Baumel (1974) 등의 연구에서도 눈확아래신경과 얼굴신경이 만나는 것이 보고되었다[24,27]. Hu 등(2007)은 또한 눈확아래구멍의 아래에서 눈확아래신경과 얼굴신경이 얽

Table 2. Previous researches of the nervous communications between the trigeminal and facial nerve

Area	Nervous anastomosis	Previous researches
Ocular area	Supraorbital n. of V ₁ and temporal br. of CN VII	Hwang et al. (2005), Baumel (1974), Duke-Elder (1961)
Zygomatic area	Zygomaticotemporal n. of V ₂ and temporal br. of CN VII	Shimada et al. (1994)
	Zygomaticofacial n. of V ₂ and zygomatic br. of CN VII	Shimada et al. (1994), Baumel (1974), Gasser (1967)
Infra-orbital area	Infra-orbital n. of V ₂ and zygomatic br. of CN VII	Hu et al. (2007), Williams (1980), Baumel (1974), Gasser (1967)
Retromandibular area	Auriculotemporal n. of V ₃ and facial nerve trunk	Kwak et al. (2004), Nageris (2000), Shimada (1994), Namking (1994), Williams (1980), Baumel (1971)
Buccal area	Buccal n. of V ₃ and buccal or zygomatic br. of CN VII	Tohma et al. (2004), Bernstein and Nelson (1984), Pons-Totella (1947), Fujita (1934)
Mental area	Mental n. of V ₃ and buccal or marginal mandibular br. of CN VII	Hwang et al. (2007), May (2000), Shimada (1994), Baumel (1974)

n., nerve; br., branch; V₁, ophthalmic nerve; V₂, maxillary nerve; V₃, mandibular nerve; CN VII, facial nerve.

혀 눈확아래신경얼기(infra-orbital plexus)를 이룬다고 하였는데 이는 Hwang 등(2004)의 연구와도 일치한다 [18,28]. Jones는 이러한 눈확아래신경얼기가 위입술올림근(levator labii superioris muscle)에 덮여 있음을 확인하였는데, 이에 대해 Ferreira 등(1997)은 얼굴신경의 관자가지가 눈확아래신경을 통해 위입술올림근에 운동성분을 제공한다고 설명하였다 [29,30].

신경분포를 고려해 볼 때 눈확아래신경얼기 뿐만 아니라, 눈확아래신경의 아래눈꺼풀가지도 얼굴신경의 광대가지 또는 볼가지와 만날 가능성이 크다.

아래턱뒤부위 (Retromandibular area)

얼굴신경과 컷바퀴관자신경의 연결은 많은 연구자에 의해서 관찰되어 왔는데, 여러 연구자는 이 얼굴신경과 컷바퀴관자신경의 만남이 가장 일관되게 빈번히 관찰되는 연결이라고 보고하였다 [26,31-33]. Kwak 등(2004)의 한국인을 대상으로 한 연구에 의하면, 표본의 93.3%에서 컷바퀴관자신경과 얼굴신경의 연결을 관찰할 수 있었다 [7]. 이 연결은 아래턱뒤부위에서 관찰되므로 얼굴표정근육의 운동과는 관계가 없지만, 귀밑샘 부위와 같은 아래턱뒤부위에서 암 수술 등을 수행할 때 고려해야 하는 중요한 임상해부학적 의미가 있다.

볼부위 (Buccal area)

볼부위에서는 삼차신경의 볼신경이 얼굴신경과 만나는데, 이른바 연결볼신경(communicating buccal nerve)이 여러 연구자에 의해 관찰되었다 [24,26,34-37]. 이들의 연구를 보면, Tohma 등(2004)은 볼근 앞 부위의 깊은 근막 바깥층에서 연결볼신경이 얼굴신경의 관자가지와 볼가지가 만나는 것을 관찰했지만 Bernstein과 Nelson(1984), Fujita(1934), 그리고 Pons-Tortella(1947) 등은 연결볼신경이 얼굴신경의 볼가지 중 아래에 있는 잔가지들과 연결을 이루지만, 관자가지와의 연결은 관찰할 수 없다고 하였다 [34-37].

턱끝부위 (Mental area)

Hwang 등(2004)은 한국인 표본 전부에서 턱끝신경과 얼굴신경의 턱모서리가지가 만난다고 보고하였다 [28]. Shimada 등(1994)과 Baumel(1974)도 턱끝신경과 얼굴신경의 볼가지가 만나는 것을 관찰하였다 [24,26].

4. 기능해부학적 고찰

1) 표정의 심리학과 생리학-얼굴표정과 중추신경계

겉질뇌줄기로(corticobulbar tract)는 대뇌겉질(cerebral cortex)과 삼차신경운동핵을 연결하여 수의적 운동성분

(voluntary motor control)을 전달한다. 얼굴 윗부분을 담당하는 신경원은 같은 쪽에서 오는 겉질뇌줄기로 뿐만 아니라 반대쪽의 겉질뇌줄기로도 연결되는 양측성 연결이다. 따라서 한쪽의 겉질뇌줄기로에 이상이 생기는 중추성 얼굴신경마비(central type facial palsy)가 오더라도 이마나 눈둘레의 얼굴표정근육에는 이상이 오지 않는다. 반면 얼굴 아랫부분을 담당하는 신경원은 반대쪽 겉질(cortex)에서 오는 겉질뇌줄기로만이 연결되므로 얼굴 아래의 얼굴표정근육은 마비가 오게 된다. 주목할 점은, 감정을 표현하는 입 주위 근육은 겉질뇌줄기로와 상관없이 불수의적으로 움직이기도 한다는 것이다. 이는 중추성 얼굴신경마비에서, 겉질뇌줄기로의 손상으로 입 주위 근육의 수의적인 동작이 수월하지 못함에도, 일부 감정과 관련된 표정은 정상적으로 움직인다는 것을 미루어 알 수 있다. 이는 겉질뇌줄기로와는 별개로, ‘감정과 관련된 표정 짓기(불수의적 움직임)’를 조절하는 다른 경로가 있을 수 있다는 것을 시사한다 [5,38].

Gazzaniga와 Smylie(1990)의 대뇌반구의 연결단절이 일어난 환자를 대상으로 한 연구에서, 오른쪽 대뇌반구를 자극하였을 때 얼굴 윗부분의 근육이 움직이며 왼쪽 대뇌반구를 자극하였을 때 얼굴 아랫부분 근육이 움직이는 현상을 발견했다 [39]. 이와 유사하게 Ross 등은 여러 심리학적 연구를 분석하여, 얼굴의 윗부분의 감정처리는 주로 오른쪽 대뇌반구에서 처리되며 얼굴의 아랫부분의 감정처리는 왼쪽 대뇌반구에서 일어난다는 사실을 밝혀냈다 [40]. 이를 통해 감정표현은 얼굴의 윗부분과 아랫부분이 각기 그룹화된 신경처리 과정을 통해 일어나며, 왼쪽과 오른쪽의 대뇌반구가 각각의 부분에 우세하게 영향을 미친다는 것을 알 수가 있다. 이들 연구에서 보이는 왼쪽 및 오른쪽 대뇌반구의 우세함은 중추성 얼굴신경마비에서 볼 수 없다는 것을 고려해 볼 때, 겉질뇌줄기로 외에 감정과 얼굴표정근육의 연결을 담당하는 영역이 있음을 추정할 수 있다.

Root와 Stephens(2003)는 EMG연구를 웃음이라는 특정 감정을 표현할 때, 눈둘레근(orbicularis oculi)과 큰광대근(zygomaticus major)의 동시수축이 나타나는 것을 보고하였다 [41]. 그들은 이러한 동시수축성은 운동신경원과 연결을 이루는 연결 전 신경섬유가 복수의 운동신경원과 연결을 이루어 나타나는 것으로 간주하였다. 즉, 웃음과 관련된 연결 전 신경섬유가 눈둘레근과 큰광대근의 운동신경원에 동시에 시냅스를 이루었기 때문에 이러한 동시수축이 일어난다는 것이다.

종합해보면, 1) 얼굴표정근육은 겉질뇌줄기로에 의해 수의적으로 조절할 수 있지만, 감정 등에 의해 의지적으

로는 조절할 수 없는 불수의적 특징도 동시에 가지며, 2) 얼굴 윗부위와 아랫부위의 얼굴표정근육은 우세한 대뇌 반구가 달라 각각 감정의 억제와 표현의 정도가 달라질 수 있다. 3) 또한 특정 감정과 특정 얼굴신경근육군은 연접을 통해 연결되어 그룹화 및 프로그램화되어 있다.

2) 복잡하고 섬세한 얼굴표정-삼차신경중간뇌핵과 얼굴신경운동핵

씹기근육의 고유감각성분이 씹기근육 움직임의 조절에 중요한 역할을 한다는 것은 널리 알려졌다[42-46]. 씹기근육은 수의적인 뼈대근육이지만, 대부분의 씹기운동은 반복되는 패턴을 따라 자동적으로 이루어지며, 씹기를 제한하는 장애(단단한 이물질 깨물기)에 대한 단순한 반사운동(아래턱반사(jaw jerk))이 불수의적으로 일어나기도 한다[6]. 가쪽으로 움직인다거나, 일정 크기 이상 입을 벌렸을 때에는 이보다 복잡한 운동이 일어나지만, 이는 턱관절오목과 관절용기의 해부학적 제한 등에 의해 복잡해지는 것이지 정교한 근육의 조절에 의해서는 아니다.

얼굴표정근육은 깊은근막 없이 얼굴 피부에 직접 닿음으로써, 근육 고유의 운동이 외부로 표출된다. 사람 얼굴의 복잡하고 다양한 표정은 이러한 얼굴표정근육의 직접적인 표출로 만들어지는데, 이보다 단순한 씹기운동이 고유감각정보의 도움을 받아 이루어진다는 것을 미루어 얼굴표정근육의 보다 복잡한 운동 또한 고유감각정보를 통해 얻어진 근육의 움직임과 강도의 정보를 참고하여 이루어질 수 있다는 것을 알 수 있다.

팔다리 근육 등과 같은 일반적인 뼈대근육의 고유감각 수용기는 근육의 힘, 움직임 그리고 위치를 감지하는 역할을 하여, 근육운동을 조절하는데 관여한다[47]. 얼굴표정근육 또한 피부의 늘어난 정도(stretching of skin)와 근육의 수축량(contraction of muscle)의 정보를 참고하여 근육의 운동을 정교하게 조절한다고 알려졌다[10,11,48]. 즉, 얼굴표정근육은 둘째인두환 기원의 근육으로 일반적인 뼈대근육과는 다른 신경로를 통해 조절되지만(일반뼈대근육은 GSE에 의해, 인두환 기원의 얼굴표정근육은 SVE에 의해 통제됨), 고유감각정보를 통한 근육조절 메커니즘은 얼굴표정근육에서도 나타난다.

얼굴표정근육의 수축량과 피부의 늘어난 정도 등의 고유감각은 삼차신경중간뇌핵으로 전달된다. 삼차신경 감각핵에서 나오는 이차삼차신경섬유(secondary trigeminal fiber)는 반대쪽으로 교차하여 상행하거나(배쪽삼차시상로(ventral trigeminothalamic tract)), 같은 쪽으로

상행하여(등쪽삼차시상로(ventral trigeminothalamic tract)) 시상의 뒤안쪽배쪽핵(ventral posteromedial nucleus)과 연결된다. 시상의 뒤안쪽배쪽핵은 대뇌의 일차 및 이차 몸감각영역으로 삼차신경으로부터 온 감각정보를 중개하여 얼굴부위의 감각을 의식적으로 자각할 수 있게 한다. 특이한 점은 삼차신경척수핵과 삼차신경중간뇌핵의 일부는 삼차소뇌섬유(trigeminocerebellar fiber)를 이루어 소뇌와 연결된다는 것이다. 이는 삼차신경을 통한 감각정보가 근육의 긴장도를 자동적으로 조절(automatic co-ordination)하는 소뇌의 처리과정을 거쳐 씹기근육과 얼굴표정근육 등의 운동을 정교하게 조절한다는 것을 시사한다[5]. 이론적으로는 걸질뇌줄기로를 통한 의식적인 표정 짓기 뿐만 아니라, ‘감정과 관련된 불수의적 표정 짓기’ 또한 이러한 소뇌의 조절이 관여할 수 있지만, 이를 명확히 알기 위해서는 좀 더 많은 신경해부학적 기능적 연구가 필요하다.

결론적으로 1) 삼차신경을 통해 받아들여진 고유감각을 포함한 일반체감각정보는 삼차신경감각핵을 거쳐 시상을 통해 대뇌결질에 도달함으로써 의식적으로 지각할 수 있으며, 2) 일부 감각 정보는 소뇌 등을 거쳐 자동적 조절과정을 통해 얼굴표정근육이 보다 정교한 움직임을 구현하는데 도움을 준다.

3) 다른 뇌신경 유래 신경연결-얼굴신경과 삼차신경의 연결

앞서 살펴본 삼차신경과 얼굴신경의 연결(삼차-얼굴신경연결)은 다음과 같은 3가지 기능에 관계되었을 것으로 생각된다. 1) 복잡한 얼굴표정근육의 정교한 운동을 위한 고유감각의 들성통로(afferent pathway)를 제공하며, 2) 얼굴신경의 운동가지가 신경연결을 통해 삼차신경 가지를 따라가 얼굴 근육에 분포한다. 또한 3) 손상된 신경의 회복에 생리학적 역할을 할 수 있다[22].

Brown (2002) 은 삼차-얼굴신경연결이 고유감각을 삼차신경을 통해 상위 신경원으로 전달해 주는 부차적인 들성 통로의 역할을 할 것이라고 주장하였다[49]. 연결 이전 신경섬유가 연결을 거쳐 삼차신경으로 들어가 삼차신경감각핵으로 들어가 일반체감각을 전달한다면, 신경연결 없이 얼굴에 분포하는 삼차신경의 가지들과 기능적으로 같다. 다만, 외견상 연결 이전의 삼차신경은 결합조직에 의해 얼굴신경 섬유와 한 가닥으로 쌓여 있을 뿐이다.

신경연결이 감각신경을 전달해주는 통로가 될 뿐 아니라, 신경연결을 통해 얼굴신경의 운동성분이 얼굴표정근육으로 전해질 수도 있다. Martin과 Helsper (1957)에 의하면 영구적인 얼굴신경의 손상(complete per-

manent interruption)이 있는 경우, 이러한 삼차-얼굴신경연결은 대뇌겉질에서 나온 운동신경정보가 얼굴표정근육까지 보조신경로(supplementary pathway)를 제공한다고 하였다[50]. 얼굴신경운동핵에서 나온 신경섬유가 삼차신경을 타고 해당근육에 분포하는 것은 뇌줄기부분에서 삼차신경과 얼굴신경운동핵의 연결이 확인되지 않는 한, 운동정보의 전달이 말초신경에서 이루어진다고 보는 것이 타당하다. 즉, 근육에 분포하는 얼굴신경의 손상이 일어났을 때, 해당 특정근육에 분포하는 삼차신경이 얼굴신경의 운동성분을 근육에 제공하며, 이 삼차신경이 제공하는 운동성분은 삼차-얼굴신경연결에 의해 다른 얼굴신경에서 해당 삼차신경으로 전달되는 것이다.

많은 연구자는 얼굴표정근육의 손상(denervation)이 일어났을 때 자연회복(spontaneous recovery)에 연결볼 신경이 관여한다고 주장하였다[37,51-53]. 이는 임상적 관찰과 해부학적 추론에 의한 것으로 명확한 기전을 알기 위한 생리조직학적 연구가 필요하다. 손상이 일어났을 때 뇌줄기 또는 말초에서의 신경섬유나 신경성분의 재배치가 일어난다는 가설은 매우 복잡한 메커니즘을 전제로 하기 때문이다.

손상이 일어나는 경우와 별개로, 얼굴신경의 운동성분이 삼차-얼굴신경연결을 거쳐 삼차신경을 타고 특정 얼굴표정근육에 전해질 가능성은 크다. 이는 연결 이후의 신경은 단순히 통과만 제공한다는 가설로 충분히 설명할 수 있다. Ferreira 등(1997)은 얼굴신경의 광대가지가 눈확아래신경과 삼차-얼굴신경연결을 이루어, 광대가지의 운동성분이 연결 이후의 눈확아래신경을 타고 위입술올림근에 분포한다고 하였다[30]. 이는 운동성분을 포함한 신경섬유가 결합조직에 의해 눈확아래신경에 포함되어 있을 뿐, 광대가지가 직접 위입술올림근에 분포하는 것과 기능적으로 같다. 다만, 눈확아래신경이 위입술올림근에 분포 밀도가 높으면, 광대가지가 직접 분포하는 것보다 눈확아래신경을 타고 운동성분이 전해지는 것이 더 효율적일 것이다.

운동성분뿐만 아니라 얼굴신경의 부교감성분도 삼차신경을 타고 해당기관에 전해질 수 있다. Monkous(1990)는 샘분비를 담당하는 얼굴신경의 신경절이후부 교감 분비축진섬유(postganglionic parasympathetic secretomotor fiber)이 삼차신경의 광대신경을 타고 눈물샘으로 분포한다고 하였다[54].

이상을 고려해 보았을 때, 얼굴신경의 운동성분이나 삼차신경의 감각성분이 얼굴-삼차신경연결을 통해 다른 뇌신경의 통로에 합류하여 분포된다고 생각된다. 즉

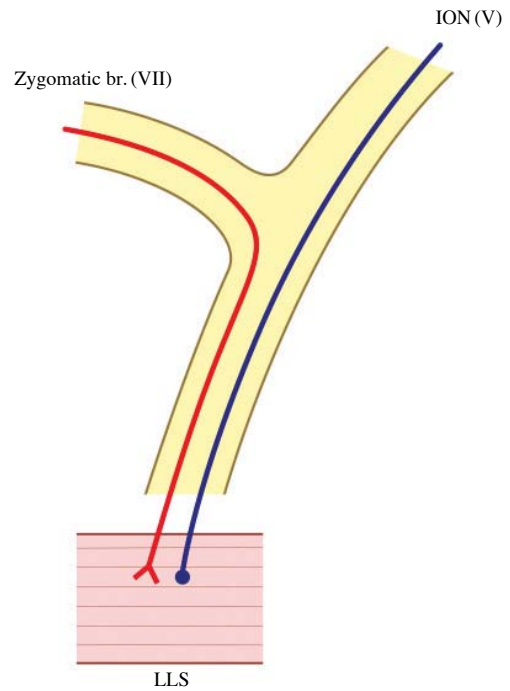


Fig. 3. Schematic diagram of the nervous anastomosis between the Infraorbital nerve of the trigeminal nerve and the Zygomatic branch of the Facial nerve. The nerve shown in blue is the axon of the trigeminal nerve and that in red is the axon of the facial nerve. The axon from the facial motor nucleus and the axon from the trigeminal sensory nucleus proceed through the anastomosis and reach the Levator labii superioris muscle independently. V: Trigeminal nerve, VII: Facial nerve, LLS: Levator labii superioris muscle.

1) 얼굴신경의 운동성분은 삼차-얼굴신경연결을 통해 삼차신경을 타고 얼굴표정근육에 전해지며, 2) 얼굴신경이 분포하는 얼굴근육에서 유래하는 고유감각이 삼차-얼굴신경연결을 통해 삼차신경으로 전달될 수 있다. 3) 이는 본래의 뇌신경이 직접 해당부위에 분포하는 것과 기능적으로 같으며, 전달되는 운동 및 감각신경섬유는 결합조직에 의해 다른 뇌신경에 합류된 것처럼 관찰될 뿐이다 (Fig. 3).

참 고 문 헌

1. Moore KL, Dalley AF. Clinically Oriented Anatomy, 5th ed. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
2. FitzGerald MJT, Gruener G, Mtui E. Clinical Neuroanatomy and Neuroscience, 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2007.
3. Henderson WR. The anatomy of the gasserian ganglion and the distribution of pain in relation to injections and

- operations for trigeminal neuralgia. *Ann R Coll Surg Engl.* 1965; 37:346-73.
4. Woolfall P, Coulthard A. Trigeminal nerve: anatomy and pathology. *Br J Radiol.* 2001; 74: 458-67.
 5. 이원택, 박경아. 의학신경해부학, 제2판. 대한민국: 고려의학; 2008.
 6. Standring S, editor. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice.* 40th ed. Edinburgh: Elsevier/Churchill Livingstone; 2008.
 7. Kwak HH, Park HD, Youn KH, Hu KS, Koh KS, Han SH, et al. Branching patterns of the facial nerve and its communication with the auriculotemporal nerve. *Surg Radiol Anat.* 2004; 26:494-500.
 8. Haines DE. *Fundamental Neuroscience.* 2nd ed. Pennsylvania: Churchill Livingstone; 2002.
 9. Nakamura Y, Katakura N. Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res.* 1995; 23:1-19.
 10. Enjin A, Leão KE, Mikulovic S, Le Merre P, Tourtellotte WG, Kullander K. Sensorimotor function is modulated by the serotonin receptor 1d, a novel marker for gamma motor neurons. *Mol Cell Neurosci.* 2012; 49:322-32.
 11. Nordin M, Hagbart KE. Mechanoreceptive units in the human infraorbital nerve. *Acta Physiol Scand.* 1989; 135: 149-61.
 12. Katz AD, Catalano P. The clinical significance of the various anastomotic branches of the facial nerve. Report of 100 patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1987; 113: 959-62.
 13. Park IY, Lee ME. A morphological study of the parotid gland and the peripheral branches of the facial nerve in Koreans. *Yonsei Med J.* 1977; 18:45-51.
 13. Sadler TW. *Langman Medical Embryology.* 10th ed. Maryland: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
 14. Salame K, Ouaknine GER, Arensburg B, Rochkind S. Microsurgical anatomy of the facial nerve trunk. *Clin Anat.* 2002; 15:93-9.
 15. Janis JE, Ghavami A, Lemmon JA, Leedy JE, Guyuron B. The Anatomy of the Corrugator Supercilii Muscle: Part II. Supraorbital Nerve Branching Patterns. *Plast Reconstr Surg.* 2008; 121:233-40.
 16. Knize DM. A study of the supraorbital nerve. *Plast Reconstr Surg.* 1995; 96:564-69.
 17. Hu KS, Kwak HH, Song WC, Kang HJ, Kim HC, Fontaine C, et al. Branching patterns of the infraorbital nerve and topography within the infra-orbital space. *J Craniofac Surg.* 2006; 17:1111-15.
 18. Hu KS, Yun HS, Hur MS, Kwon HJ, Abe S, Kim HJ. Branching Patterns and Intraosseous Course of the Mental Nerve. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 65:2288-94.
 19. Won SY, Kim DH, Yang HM, Park JT, Kwak HH, Hu KS, et al. Clinical and anatomical approach using Sihler's staining technique (whole mount nerve stain). *Anat Cell Biol.* 2011; 44:1-7.
 20. Yang HM, Won SY, Lee JG, Han SH, Kim HJ, Hu KS. Sihler-stain study of buccal nerve distribution and its clinical implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2012; 113:334-39.
 21. Bourguery JM, Jacob NH. *Atlas of Human Anatomy and Surgery (Atlas d'anatomie humaine et de chirurgie).* London: Taschen; 1831.
 22. Diamond M, Wartmann CT, Tubbs RS, Shoja MM, Cohen-Gadol AA, Loukas M. Peripheral facial nerve communications and their clinical implications. *Clin Anat.* 2011; 24:10-8.
 23. Duke-Elder S. *System of Ophthalmology.* Vol 3. St. Louis: C.V. Mosby; 1961.
 24. Baumel JJ. Trigeminal-facial nerve communications. Their function in facial muscle innervation and reinnervation. *Arch Otolaryngol.* 1974; 99:34-44.
 25. Hwang K, Hwang JH, Cho HJ, Kim DJ, Chung IH. Horizontal branch of the supraorbital nerve and temporal branch of the facial nerve. *J Craniofac Surg.* 2005; 16:647-9; (discussion 650).
 26. Shimada K, Moriyama H, Ikeda M, Tomita H, Shigihara S, Gasser RF. Peripheral communication of the facial nerve at the angle of the mouth. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1994; S110-2.
 27. Gasser RF. The development of the facial nerve in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1967; 76:37-56.
 28. Hwang K, Han JY, Battuvshin D, Kim DJ, Chung IH. Communication of infraorbital nerve and facial nerve: anatomic and histologic study. *J Craniofac Surg.* 2004; 15: 88-91.
 29. Jones FW. *Buchanan's Manual of Anatomy.* 7th ed. London: Bailliere, Tindall and Cox; 1946.
 30. Ferreira LM, Minami E, Pereira MD, Chohfi LMB, Andrews J de M. Estudo anatômico do músculo levantador do lábio superior. *Revista da Associação Médica Brasileira.* 1997; 43:185-8.
 31. Baumel JJ, Vanderheiden JP, McElenney JE. The auriculotemporal nerve of man. *Am J Anat.* 1971; 130:431-40.
 32. Nageris B, Braverman I, Kalmanowitz M, Segal K, Frenkiel S. Connections of the facial and vestibular nerves: an anatomic study. *J Otolaryngol.* 2000; 29:159-61.
 33. Namking M, Boonruangsri P, Woraputtaporn W, Güldner FH. Communication between the facial and auriculotemporal nerves. *J Anat.* 1994; 185 (Pt 2):421-6.
 34. Fujita T. 13ber die periphäre Ausbreitung des N. facialis beim Menschen. *Gegenbaurs Morphol Jahrb.* 1934; 73:578-614 (Tafel 2).

35. Pons-Tortella E. El plexo parotídeo del nervio facial y las anastomosis periféricas entre el facial y el trigémino: Su importancia en la cirugía de la glándula parótida. *Med Clin.* 1947; 9:32-9.
36. Bernstein L, Nelson RH. Surgical anatomy of the extraparietal distribution of the facial nerve. *Arch Otolaryngol.* 1984; 110:177-83.
37. Tohma A, Mine K, Tamatsu Y, Shimada, K. Communication between the buccal nerve (V) and facial nerve (VII) in the human face. *Ann Anat.* 2004; 186:173-8.
38. Rinn WE. The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions. *Psychol bull.* 1984; 95: 52-77.
39. Gazzaniga MS, Smylie CS. Hemispheric Mechanisms Controlling Voluntary and Spontaneous Facial Expressions. *J Cogn Neurosci.* 1990; 2:239-45.
40. Ross ED, Prodan CI, Monnot M. Human Facial Expressions Are Organized Functionally Across the Upper-Lower Facial Axis. *Neuroscientist.* 2007; 13:433-46.
41. Root AA, Stephens JA. Organization of the central control of muscles of facial expression in man. *J Physiol.* 2003; 549:289-98.
42. Alvarado-Mallart MR, Batini C, Buisseret-Delmas C, Corvisier J. Trigeminal representations of the masticatory and extraocular proprioceptors as revealed by horseradish peroxidase retrograde transport. *Exp Brain Res.* 1975; 23:167-79.
43. Azzena GB, Desole C, Palmieri G. Cerebellar projections of the masticatory and extraocular muscle proprioception. *Exp Neurol.* 1970; 27:151-61.
44. Corbin KB. Observations on the peripheral distribution of fibers arising in the mesencephalic nucleus of the fifth cranial nerve. *J Comp Neurol.* 1940; 73:153-77.
45. Manni E, Palmieri G, Marini R. Extraocular muscle proprioception and the descending trigeminal nucleus. *Exp Neurol.* 1971; 33:195-204.
46. Morquette P, Lavoie R, Fhima MD, Lamoureux X, Verdier D, Kolta A. Generation of the masticatory central pattern and its modulation by sensory feedback. *Prog Neurobiol.* 2012; 96:340-55.
47. Proske U, Gandevia SC. The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiol Rev.* 2012; 92:1651-97.
48. Gellhorn E. Motion and emotion: The role of proprioception in the physiology and pathology of the emotions. *Psychol Rev.* 1964; 71:457-72.
49. Brown H. Anatomy of the spinal accessory nerve plexus: relevance to head and neck cancer and atherosclerosis. *Exp Biol Med (Maywood).* 2002; 227:570-8.
50. Martin H, Helsper JT. Spontaneous return of function following surgical section or excision of the seventh cranial nerve in the surgery of parotid tumors. *Ann Surg.* 1957; 146:715-27.
51. Cheney ML, McKenna MJ, Megerian CA, West C, Elahi MM. Trigeminal neo-neurotization of the paralyzed face. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1997; 106:733-38.
52. DeLacure MD, Sasaki CT, Petcu LG. Spontaneous trigeminal-facial reinnervation. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1990; 116:1079-81.
53. Tanaka H. Trigeminal-facial nerve communication and its clinical application. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1994; S114-6.
54. Monkhouse WS. The anatomy of the facial nerve. *Ear Nose Throat J.* 1990; 69:677- 87.

Anatomical and Functional Consideration of the Trigemino-Facial Nervous Communication and Facial Expression Muscles

Hun-Mu Yang, Kyung-Seok Hu[†], Hee-Jin Kim[†]

Division in Anatomy and Developmental Biology, Department of Oral Biology, Yonsei University College of Dentistry

Abstract : The aim of the study is to examine the distribution and communications of the trigeminal nerve (TN) and facial nerve (FN) and considerate their relationship with the anatomy and function of the facial expression muscles (FEMs) by means of the literature study.

The TN emerged on the face via various structures of the skull, and received sensation of the skin and muscles on the face. The FN supplied the motor components to the FEMs, as ramifying five branches after running through the stylohyoid foramen.

The TN and FN constituted “nervous communication between heterogeneous cranial nerves” on the ocular (supraorbital nerve and temporal branch), zygomatic (zygomatic nerve and temporal/zygomatic branch), infra-orbital (infraorbital nerve and zygomatic branch), retromandibular (auriculotemporal nerve and FN trunk), buccal (buccal nerve and buccal/zygomatic branch) and mental areas (mental nerve and buccal/marginal mandibular branch).

The exquisite movement of the FEM which was controlled by the facial motor nucleus would be referred by the proprioception from the TN. The motor components from the FN could be delivered to the FEM via the TN as recruiting the heterogeneous nervous communications. The sensation from the FN also could be conveyed to the TN via the communication.

Keywords : Nervous communication, Trigeminal nerve, Facial nerve, Facial expression muscles