

Descripción anatómica, fisiológica y embriológica del nervio trigémino en el marco conceptual de la terapia neural, como sustrato frecuente de campo interferente

Gloria Esperanza López¹, Jorge Iván Salazar², Édgar Osuna Suárez³

1 Maestrante en Medicina Alternativa, línea de profundización en Terapia Neural, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

2 Coordinador del área de Terapia Neural, Maestría en Medicina Alternativa, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

3 Profesor titular, coordinador de Neuroanatomía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: gloseslopez@gmail.com

RESUMEN

La terapia neural, como sistema médico complejo, se caracteriza por el enfoque integral del organismo cuya dinámica está enmarcada por el papel rector del sistema nervioso. Un aspecto clave de este sistema médico es que requiere una visión escrutadora general que involucra el nervio trigémino como fuente de campos interferentes.

El quinto par craneano es un nervio con funciones mixtas distribuido en la región facial y craneana, que presenta interconexiones con múltiples estructuras neurales. A la luz de los postulados de Pavlov, de los diferentes hallazgos sobre plasticidad cerebral y desde el marco conceptual de la terapia neural, se busca describir, desde el punto de vista anatómico y fisiológico, la relación que tiene el trigémino con una gran variedad de estructuras neurales, lo que genera otro tipo de correlaciones clínicas y de posibilidades terapéuticas.

Palabras clave: nervio trigémino, anatomía, fisiología, embriología, anastomosis, correlación, terapia neural.

Anatomical, physiological and embryological description of trigeminal nerve in the conceptual framework of neural therapy, as common substrate interference field

ABSTRACT

Neural therapy, as a complex medical system, is characterized by the integral approach of the organism whose dynamic is framed by the leading role of the nervous system. An important aspect of this medical system is how it demands a penetrating general vision that involves the trigeminal nerve as a source of interference fields.

The fifth cranial nerve or trigeminal nerve is a nerve with mixed functions distributed in the facial and cranial region that presents interconnections with multiple neural structures. From Pavlov's principles, the different discoveries about brain plasticity, and the neural therapy conceptual framework, this paper seeks to describe, from the standpoint of anatomy and physiology, the relationship of the trigeminal nerve with a variety of neural structures, resulting in other clinical correlations and therapeutic possibilities.

Key words: trigeminal nerve, anatomy, physiology, embryology, anastomosis, correlation, neural therapy.

Recibido: 29-03-2012 Aceptado: 11-05-2012

INTRODUCCIÓN

El nervio trigémino es llamado así por sus tres divisiones: oftálmica, maxilar y mandibular. Tiene funciones mixtas: contiene ramas motoras que auspician el proceso de la masticación y raíces sensitivas proveen la sensibilidad de la cara, el cuero cabelludo y de estructuras profundas como la duramadre (1).

Dada su amplia distribución en la región facial y la relación que guarda con zonas que están sometidas a irritaciones frecuentes como la dentadura, el trigémino puede ser la fuente de patologías tan variadas como sus relaciones estructurales y funcionales. Desde la óptica del nervismo como doctrina de la terapia neural que contempla el papel rector del sistema nervioso tanto en el estado saludable como en el patológico (2), el trigémino se perfila como fuente de estudio, ya que puede albergar campos interferentes, entendidos como zonas eléctricamente disfuncionales, es decir, áreas en despolarización constante de la membrana celular, que lleva a la alteración de la dinámica funcional (y, a largo plazo, estructural orgánica) de las células, con la consecuente imposibilidad de transmisión normal de la información en respuesta a estímulos. Consecuencia de lo anterior, el diálogo

corporal regentado por el sistema nervioso se ve afectado, ya que un sitio disfuncional envía informaciones alteradas al sistema, con la generación de respuestas reflejas que se traducen en patologías (manifestaciones). Finalmente, las manifestaciones se conciben como una consecuencia de la alteración en la transmisión de la información nerviosa y pueden localizarse cerca o lejos del sitio irritativo (3).

La terapia neural prioriza la búsqueda del campo interferente mediante una historia de vida que permita conocer detalladamente al individuo, acercándose a la fuente real de sus manifestaciones. Mediante la aplicación de neuralterapéuticos en sitios específicos propende a generar estímulos adecuados que evoquen mecanismos de autoorganización (4) traducibles en estados armónicos o saludables.

METODOLOGÍA

Se hizo una revisión histórica de la terapia neural, enfatizando en postulados como el nervismo, la patología cortico-visceral, la neurodistrofia hasta conceptos actuales en fisiología y plasticidad cerebral; para tal fin se consultaron textos referentes al tema, inclusive la tesis del Dr. Salazar "La terapia neural - de terapia 'ortodoxa' a sistema médico complejo".

Adicionalmente, se consultaron textos de anatomía y se realizó una búsqueda en las bases de datos de artículos cuyas revisiones involucraran el nervio trigémino en relación con otras estructuras neurales y que pudieran sustentar otro tipo de relaciones funcionales y por ende de correlaciones clínicas.

Marco conceptual de la terapia neural

Terapia neural como sistema médico complejo

“La terapia neural es un pensamiento y una práctica de tipo médico social, sanitario, contestatario y propositivo, alternativo y holístico en su concepción, no hegemónico, empírico e intuitivo, dialéctico y dialógico, revolucionario, humanista, singular e irreplicable en su práctica, que devuelve al ser humano sus potencialidades y capacidades de auto-curación y auto-eco-organización y le permite un relacionamiento más armónico con su comunidad social y el universo” (5).

Los sistemas médicos son constructos sociales que cuentan con estrategias orientadas hacia la prevención e intervención de enfermedades con el objetivo de entenderlas y, en consecuencia, proponer formas terapéuticas que propendan a un estado saludable (6). La terapia neural no escapa a estos propósitos y propone:

La morfología; entendida como la forma de organización, se basa en la anatomía estructural y funcional orgánica, particularmente del sistema nervioso, no con fines fragmentarios sino incluyentes, lo que genera una visión totalitaria de los organismos. Las estructuras que median el diálogo corporal son el sistema de Pischinger y el neurovegetativo (7, 8).

La doctrina médica determina el proceso salud-enfermedad teniendo como eje causal el campo interferente, desde una visión dialéctica, de conjunto y de síntesis, con base en la teoría de sistemas, la termodinámica y la física cuántica (7, 8).

La dinámica vital, bajo la concepción del nervismo, explica las relaciones entre los componentes del sistema (7, 8).

El sistema de diagnóstico se basa en una historia de vida que permita el acercamiento y acompañamiento del individuo para identificar las inter-trans-relaciones entre hechos particulares y la enfermedad (entendida esta como un proceso dialéctico y emergente) (7, 8).

El sistema terapéutico se vale de la aplicación de neuralterapéuticos en sitios específicos con el objetivo de generar estímulos inespecíficos que evoquen mecanismos de auto-eco-organización, es decir, procesos emergentes (7, 8).

Nervismo

Corriente desarrollada por la escuela fisiológica rusa a la cabeza de I. P. Pavlov; sustenta el papel rector del sistema nervioso (SN) sobre los procesos vitales en el organismo, considerado como un todo e interrelacionado y afectado por el ambiente (2).

Conceptos postulados por Pavlov

Plasticidad: algunos estímulos inducen la formación de conexiones dinámicas entre neuronas, facilitando un continuo desarrollo que permite la adaptabilidad de los seres vivos a los cambios de su entorno (9, 10).

Localización de las funciones: existen regiones corticales con una función en particular y redes neuronales dispersas que participan en la realización de dicha función (9, 10).

Analizadores: conjunto de receptores y neuronas que participan en el procesamiento de informaciones específicas y en la obtención de su representación cortical (9, 10). El receptor puede ser primario (dendrita) o secundario (célula especializada). Media el paso de la información hacia una neurona aferente (de primer orden) de los ganglios sensitivos; la información se procesa y proyecta a la de segundo orden (en el tallo cerebral o médula espinal); posteriormente a la de tercer orden de los núcleos talámicos, para finalmente ser distribuida en la corteza. Esta vía es específica y media la percepción. La vía inespecífica lleva la información a la formación reticular y núcleos talámicos inespecíficos, de donde parte una irradiación más amplia pero difusa hacia la corteza, que colabora con la percepción de la información que llega por la vía específica (9, 10).

Reflejos condicionados y no condicionados: los primeros se generan luego de la creación de conexiones temporales corticales en respuesta a un estímulo. En el segundo caso, la respuesta se considera innata o instintiva y no requiere necesariamente de la participación cortical (11).

A partir de estos postulados nace la fisiología patológica de la actividad nerviosa superior y la patología corticovisceral expuesta por K. M. Bikov, quien demostró que no es posible separar los impulsos nerviosos tróficos de los reguladores y ordenantes; así, la corteza define el comportamiento de órganos y sistemas (2). A. D.

Speransky, discípulo de Pavlov, demostró experimentalmente que en la patogénesis de muchos procesos, inclusive los tóxico-infecciosos, participan los mecanismos reflejos con un carácter inespecífico desencadenando daños en órganos específicos, a lo que denominó neurodistrofia y constituye la base de la patología que le confiere a la corteza la función de reguladora superior frente a los estímulos del mundo externo. Enfatizó en el estudio de las irritaciones (no de los irritantes). Sus experiencias permitieron concluir que para comprender los mecanismos de los procesos patológicos se debían tener en cuenta el lugar de la primera irritación, la intensidad, la calidad, el tiempo, el intervalo, el ritmo, la resultante y la reacción. Notó que las irritaciones periféricas se reflejan en los ganglios espinales y simpáticos, por lo que para el desarrollo de los síntomas distróficos no es necesario que la lesión ocurra en dichos lugares sino que puede iniciarse en terminaciones periféricas localizadas por ejemplo en la piel, dientes, músculo, etc. Lo anterior supone que el proceso puede comenzar de forma segmentaria: inicialmente se encuentra la dupla irritación e inicio del proceso y posteriormente viene la inclusión de otros elementos nerviosos; así, cuanto más grande sea la irritación, más difícil es conocer el orden en que han ocurrido los sucesos (no lineal). La influencia sobre el componente nervioso de cualquier proceso patológico determina cambios no solo localizados sino también en el complejo total de los fenómenos manifestados (12). En este campo, Pavlov y A. A. Ujtomsky proponen el concepto de dominancia patológica, el cual afirma que las estructuras nerviosas que se encuentran en estado de excitación atraen sobre sí las irritaciones que se producen en otras secciones del sistema; así, una

nueva irritación, tras difundirse por el sistema nervioso, se manifiesta particularmente en las zonas afectadas por el proceso patológico previo (13).

Alejandro Vasilievich Vichñevsky y su hijo Alejandro Alexandrovich Vichñevsky enriquecieron el concepto del trofismo nervioso:

“Proceso fisiológico fundamental del metabolismo, vinculado a la correcta alternancia entre la asimilación y desasimilación en función de un estado químico normal del medio interno del organismo” (13).

Concluyeron que el efecto de una irritación débil en el sistema nervioso (SN) modifica el estado neurotrófico general, lo que podría aprovecharse como factor terapéutico. Pavlov estableció las bases científicas sobre las funciones del sistema nervioso, lo que permitió el establecimiento de los fundamentos para las neurociencias, concebidas como una disciplina moderna e integrativa (14). Estos elementos son:

Uso del término reflejo, como la reacción general del organismo frente a un estímulo (14).

Los centros corticales excitatorios e inhibitorios interactúan formando un todo integrado y balanceado (14).

Reconocimiento de la diferencia entre la actividad nerviosa superior de humanos y el comportamiento animal (14).

Las funciones orgánicas y la dinámica de las interrelaciones entre el organismo y el ambiente se dan en el marco de sistemas funcionales autoorganizativos (modelo cibernético) (14).

Pavlov reconoció la presencia de caos y cambio como rol importante en el comportamiento animal; defendió la concepción integral del organismo como mente-cuerpo, enfatizando que los fenómenos mentales conscientes o inconscientes son funciones cerebrales (14).

Odontología neurofocal

Esta corriente nació en Alemania con Ernest Adler en 1958, quien consideró la cavidad oral y sus elementos constituyentes *“no como elemento aislado sino en razón de la totalidad del ser”* (15). Desde esta concepción, y teniendo como base el nervismo, cualquier irritación localizada en la boca puede generar campos interferentes en el trigémino o en estructuras relacionadas, que como resultado generan manifestaciones locales o distantes del foco; es posible que las manifestaciones de la cavidad oral sean producto de otros procesos sistémicos que desde esta óptica tienen un origen, fisiopatología y terapéutica propios (15).

Dentición y origen embriológico

Los dientes derivan de la lámina ectodérmica junto con el sistema nervioso, el mesénquima y las células de la cresta neural. El diente consta de tres tejidos calcificados: el esmalte, la dentina y el cemento, y un tejido blando central: la pulpa. El esmalte tiene un origen ectodérmico y los tejidos restantes se originan de la cresta neural y el mesénquima asociado (16).

Órganos relacionados funcionalmente con el trigémino, según Voll

El médico alemán Reinhold Voll estudió experimentalmente las propiedades eléctricas de la piel y sus alteraciones en

estados patológicos, lo que dio origen a la electroacupuntura. Voll propone la siguiente correlación funcional entre odontones y órganos:

Incisivos: seno frontal, rodilla, cadera, pie, órganos de los sentidos, sacro-coxis, riñón, suprarrenales, vejiga, vértebras (V): L2-L3 C1 S3-S5, segmento medular (SM): C1 L2-L3 S4-S5, región urogenital y glándula pineal (17).

Caninos: ojos, oídos, rodilla, cadera, pies, SM: T8-T10, V: T9-T10, hígado, vesícula y vía biliar, gónadas y neurohipófisis (17).

Premolares superiores y molares inferiores: seno maxilar, hombro, codo, grueso artejo del pie, SM: C5-C7 T2-T4 L4-L5, pie, región radial de la mano, V: L4-L5 T3-T4 C5-C7, colon ascendente y descendente, ciego, timo, neurohipófisis, venas y arterias, pulmón y rodilla (17).

Premolares inferiores y molares superiores: seno maxilar, seno etmoidal, mandíbula, rodilla, SM: T11-T12 L1, V: T11-T12 L1, páncreas, bazo, estómago, tiroides, paratiroides, glándula mamaria, linfáticos y gónadas (17).

Cordales: oído interno, hombro, codo, región cubital de la mano, articulación sacroiliaca, SM: C8 T1 T5-T8 S1-S3, V: C1 C7 T1 T5-T7 S1-S2, corazón, duodeno, yeyuno, íleon, adenohipófisis, sistema nervioso central, psiquis, sistema nervioso periférico y dedos del pie (17).

Nervio trigémino

Embriología

En la tercera semana de desarrollo sucede la gastrulación en la que aparece el ectodermo, capa germinativa que origina, entre

otras, estructuras neurales. La migración y acomodación de células en el epiblasto e hipoblasto, en torno al nódulo y fosita primitiva, dan origen al mesodermo y la lámina ectodérmica. De esta se forma la notocorda que origina la placa neural que conformará el neuroectodermo, como primer paso para la neurulación (18, 19). La placa neural se extiende y pliega en dirección a la línea primitiva, resultando una estructura tubular cerrada, el tubo neural, con una porción caudal (médula espinal) y otra cefálica, dilatada, con vesículas (encéfalo). En el cierre del tubo neural, las células pueden seguir la dermis (deriva del mesodermo) originando los melanocitos y folículos pilosos, o discurrir ventral en cada somita y originar los ganglios sensoriales, simpáticos y entéricos, junto con las células de Schwann y de la médula suprarrenal (19). Simultáneamente, el pliegue del borde lateral del tubo neural forma la cresta neural, que origina el esqueleto craneofacial y las neuronas de los núcleos de los pares craneanos, células gliales y otros tipos celulares (19). Las células de la cresta del neuroectodermo de las regiones anterior, media y posterior del encéfalo migran ventralmente a los arcos faríngeos y rostralmente alrededor del cerebro anterior y hacia una dilatación denominada óptica, en la región facial. Otras células de la cresta neural y las plácodas ectodérmicas dan origen a las neuronas del quinto, séptimo, noveno y décimo ganglios sensoriales craneanos (18-20).

Las células del trigémino derivan de dos plácodas ectodérmicas: la oftálmica y la maxilomandibular, de donde emergen neuronas sensitivas cutáneas hacia regiones distales del lóbulo ganglionar de origen; otro sitio de origen es la cres-

ta neural, de donde emergen neuronas con función sensitiva y propioceptiva, y células satélite de la glía, que migrarán hacia regiones proximales del lóbulo ganglionar respectivo. En términos generales, el nervio trigémino surge en asociación con el primer arco branquial (bloques de mesénquima separados por hendiduras), también llamado mandibular (18-21).

Fisiología

La fisiología actual, concebida como *"el estudio dinámico de la vida"* (22), supone el entendimiento integrado del comportamiento corporal y la fusión conceptual de la forma y la función. En el marco de la neurofisiología moderna, el encéfalo tiene diferentes zonas interconectadas, con funciones distintas pero complementarias de procesos adaptativos. Lo anterior supone la existencia de circuitos locales que tienen vías de ingreso de la información (aférentes), vías de salida (eferentes) y otras de interconexión entre los elementos del sistema. En estas redes se crean microcircuitos que determinan la transformación de la información, que ocurre específicamente en los sitios receptores de la célula y por ende en las sinapsis (22). Una característica importante de la información motora es que existe el denominado programa motor, que consta de comandos determinados por el sistema nervioso, los cuales son enviados al músculo para que se ejecuten sin la necesidad de una retroalimentación sensorial. Así, muchas actividades no requieren estrictamente del encéfalo para originarse, como los reflejos espinales; sin embargo, la información siempre llega al encéfalo con el objetivo de tener un control fino. Esto se logra gracias a la presencia de mapas o

representaciones corticales de cualidades espaciales o no espaciales de cada modalidad sensorial (22).

Los receptores sensoriales se disponen en hojas que forman mapas espaciales del ambiente sensorial en respuesta a estímulos. Otras disposiciones incluyen mapas de frecuencia, mapas químicos, mapas de las características del estímulo y finalmente puede haber combinación de mapas como sucede en los campos visual y auditivo. Una representación cortical importante es la somatotópica, que implica el mapeo corporal (22). Llamamos la atención dos particularidades: que la representación corporal no sigue un patrón continuo y que el mapa no está hecho en la misma escala de las estructuras corporales. Tal distribución obedece al cúmulo de información que ingresa en cada zona y por lo tanto delimita la representación. En consecuencia, en la neocorteza se crean múltiples mapas, cada uno según el tipo de información somatosensorial que ingresa (22, 23). La actividad motora tiene un mapeo o representación. Penfield logró mapear en humanos dicha codificación y además estableció que las zonas de representación motora y sensitiva se encuentran adyacentes y con una disposición muy similar. Sin embargo, al darse un movimiento específico, se crean mapas motores que se superponen con otras zonas del cerebro, las cuales no quedan delimitadas a la mera zona topográfica (22).

En conclusión, al hacer referencia a mapas no se está definiendo un territorio en particular, sino se alude a representaciones abstractas de medidas experimentales, lo que genera una realidad subjetiva. Por ejemplo:

"Al enfrentarnos a un mapa sensorial estaríamos representando un punto en un espacio

sensorial, con la consecuente activación de un grupo de neuronas específicas de una región encefálica. Hay una diseminación espacial de la actividad como parte de la codificación y procesamiento de la información, lo que conlleva la activación fuerte y débil de distintas porciones. Esto significa que un punto en el espacio sensorial no codifica la actividad de una única neurona, sino que representa la actividad de una población neuronal” (22).

La plasticidad como propiedad de las células neuronales permite que los mapas establecidos puedan cambiar, por ejemplo, con el desarrollo, estímulos, lesiones de nervios periféricos, etc.; por lo tanto, un mapa no es una estructura anatómica estática sino funcional dinámica (22, 23).

Anatomía

El trigémino se localiza en la porción media del puente. Consta de la raíz sensitiva o aferente que conduce información proveniente de la cara y el cuero cabelludo; la rama motora o eferente inerva los músculos de la masticación y el músculo tensor del tímpano (24).

La porción motora o eferente parte del núcleo motor del trigémino localizado en el tegmento pontino y se dirige hacia los músculos que inerva (25). El núcleo recibe información a través de dos vías: el tracto corticobulbar (bilateral) y los núcleos sensitivos del V par (24, 26, 27). Esta porción motora se divide en:

Rama maseterina: inerva los músculos maseteros (26, 28).

Rama del milohioideo: inerva el músculo milohioideo y el vientre anterior del músculo digástrico (26, 28, 29).

Rama del pterigoideo lateral: inerva el músculo pterigoideo lateral (26, 28, 29).

Rama del pterigoideo medial: inerva el tensor del velo del paladar, el tensor del tímpano y el pterigoideo medial (26, 28, 29) .

Rama del temporal: inerva el músculo temporal (26, 28, 29).

La porción sensitiva o aferente contiene raíces que llevan información propioceptiva y somática general desde la periferia hacia el núcleo sensitivo localizado en el tallo cerebral y porción cefálica de la columna cervical (25, 27, 29, 30); tiene tres subnúcleos organizados de caudal a cefálico como sigue: el núcleo espinal, el núcleo sensitivo principal del trigémino en la protuberancia y el núcleo mesencefálico. El núcleo trigeminal principal y el espinal forman el complejo nuclear sensorial trigeminal. El núcleo espinal se subdivide en las porciones oralis, interpolaris y caudal, que se comunican con la corteza a través de los tractos trigemino-talámicos anterior y posterior (31).

Las raíces propioceptivas van de la cara al núcleo mesencefálico del trigémino, llevando información de presión, movimiento y estiramiento de los dientes, paladar blando, cápsulas articulares y músculos de la masticación. Desde el núcleo las fibras se proyectan al cerebelo, tálamo, núcleos motores y formación reticular del tallo cerebral (32). Las raíces exteroceptivas que parten de la cara y porción anterior de la cabeza llevan información de tacto, dolor y temperatura. Todas las raíces sensitivas ingresan al sistema nervioso central en búsqueda del ganglio del trigémino, en forma de tres raíces principales denominadas V1 o raíz oftálmica,

V2 o raíz maxilar y V3 o raíz mandibular. Cada raíz está conformada por múltiples raíces periféricas:

Raíz oftálmica o V1: provee la inervación sensitiva de la duramadre, glándula lagrimal, cuerpo ciliar e iris (26). Se forma por la confluencia de las siguientes raíces:

Frontal: formada a partir de las raíces supratroclear (inerva la frente, nariz y párpado superior) y supraorbitaria que lleva información sensitiva del tercio superior de la hemicara ipsilateral. Tiene anastomosis con el nervio occipital mayor (24, 25, 33).

Nasociliar: formada por la raíz sensitiva del ganglio ciliar (a veces tiene filamentos comunicantes provenientes del plexo cavernoso –simpático– o de la rama superior del troclear) (1, 25), los nervios ciliares largos (contienen ramas simpáticas posganglionares para el dilatador de la pupila y raíces sensitivas desde la esclera), la raíz infratroclear (tiene filamentos comunicantes con la supratroclear) y las raíces etmoidales que inervan las celdillas etmoidales (1, 25).

Lagrimal: esta raíz da un filamento comunicante a la cigomática (orbitaria) para la inervación de la glándula lagrimal (1, 25).

Tentorial: inerva el tentorio y la hoz del cerebro (29).

Raíz maxilar o V2: es sensitiva; sin embargo, contiene ramas motoras provenientes del séptimo par a través del ganglio pterigopalatino, proveyendo la inervación vasomotora de las cavidades nasales. Se forma a partir de:

Raíz infraorbitaria: lleva información sensitiva del tercio medio de la cara y dientes superiores (25, 26). Emite un filamento comunicante con el facial para inervar el párpado inferior, ala nasal, piel de mejillas y del labio superior, a través de las raíces palpebrales inferiores, nasales y labiales (25).

Raíz meníngea media: suple la inervación sensitiva de la duramadre y recibe un filamento comunicante del plexo carotídeo interno (1).

Raíz cigomática: formada por la confluencia de las raíces cigomaticotemporal y cigomaticofacial (34):

Cigomaticotemporal: recibe un filamento de la raíz lagrimal y se anastomosa con el nervio facial y el auriculotemporal (de V3). Se distribuye en la frente (34).

Cigomaticofacial: inerva la piel de la prominencia de la mejilla. Tiene anastomosis con el nervio facial y con raíces palpebrales del maxilar (34).

Raíz sensitiva del ganglio pterigopalatino (1, 25, 34).

Raíces alveolares superiores (posterior, media y anterior): llevan información de la cavidad nasal, seno maxilar y reborde alveolar (25, 26, 34).

Raíces palpebral, nasal y labial: suplen respectivamente la conjuntiva, septum móvil nasal y piel del labio superior. La raíz palpebral se anastomosa con el nervio facial y la raíz cigomaticofacial, la nasal se anastomosa con dos raíces del nasociliar, y la labial se anastomosa con

raicillas del nervio facial formando el plexo infraorbitario (1, 34).

Raíz mandibular o V3: inerva dientes y encías de la mandíbula, piel de la región temporal, oreja, tercio inferior de la cara y los dos tercios anteriores de la lengua (1, 34). Se forma a partir de:

Raíz meníngea o espinosa (recurrente): inerva la duramadre, se anastomosa con la raíz meníngea del nervio maxilar (29, 34).

Raíz bucal: da inervación sensitiva de la piel de la parte anterior del bucinador y mucosa bucal. Se anastomosa con los ramos bucales del nervio facial (1, 34).

Raíz lingual: inerva la mucosa de la lengua, suelo de la boca, encías linguales mandibulares y la mucosa de los dos tercios anteriores de la lengua. Tiene anastomosis con la raíz alveolar inferior, la cuerda del tímpano (del nervio facial), con el hipogloso (en el piso de la boca) y con fibras simpáticas provenientes del plexo arterial de la arteria facial (1, 25).

Adicionalmente emite filamentos al ganglio submaxilar donde se comunica con el nervio hipogloso formando un plexo (1).

Raíz auriculotemporal: tiene anastomosis con el facial y con el ganglio ótico (1). Contiene:

Raíz auricular anterior: inerva la piel que cubre el hélix y el trago (1, 34).

Raíz al meato acústico externo: inerva la piel del meato auditivo y la membrana timpánica (1, 34).

Ramos auriculares: ingresan en la articulación temporomandibular (1, 34).

Ramos parotídeos: inervación secretomotora de la parótida (1, 34).

Raíz temporal superficial: inerva la piel de la región temporal y se anastomosa con el nervio facial y la raíz cigomaticotemporal (1, 34).

Raíz alveolar inferior: inerva los dientes y encías de la mandíbula, labio inferior y mentón (1, 29, 34). Contiene:

Raíz dental: inerva los molares y premolares (1, 34).

Raíz incisiva: inerva los incisivos y los caninos (1, 34).

Raíz mentoniana: conformada por tres raicillas; una inerva la piel de la barbilla y las restantes inervan la mucosa del labio inferior; se anastomosan con el nervio facial (1).

Una vez ingresa la información sensitiva en el ganglio del trigémino a través de V1, V2 y V3, los procesos centrales de las neuronas unipolares del ganglio toman diferentes rutas:

Algunas descienden por el puente y médula oblonga hasta el segundo o tercer segmento medular cervical, conformando el haz espinal trigeminal. A su paso, emiten proyecciones en el núcleo espinal trigeminal y llevan información de dolor y temperatura (32). Otro sitio de proyección en el tallo cerebral es el núcleo del tracto solitario (confirmado en humanos). Dichas aferencias abarcan áreas rostrales (gustatorias) así como caudales (cardiovasculares, respiratorias e intestinales). Aparentemente esta información juega un rol en la integración de la actividad sensorial que parte de la boca, la

faringe y el esófago durante la masticación y la deglución (31, 35).

Otras fibras que conducen información táctil se incorporan en el haz espinal trigeminal descendente y siguen el curso ya descrito (32, 35).

Las fibras que ascienden (también conducen información táctil) emiten proyecciones sobre el núcleo sensitivo principal del trigémino (32, 35).

Las fibras que llevan información propioceptiva desde los músculos de la mandíbula y el periodonto, ingresan en el núcleo mesencefálico, de donde parten axones hacia el núcleo motor del trigémino, para conformar el circuito responsable del reflejo mandibular (31, 32).

Una vez que las fibras ascendentes o descendentes hacen sinapsis en los núcleos sensitivos del trigémino, neuronas de segundo orden emiten procesos centrales que toman distintos rumbos:

Los axones que parten del núcleo espinal del trigémino se decusan y ascienden formando el tracto trigeminal ascendente ventral (lemnisco trigeminal) hasta el tálamo. Durante el ascenso estas fibras emiten colaterales a los núcleos motores del nervio trigémino, facial, glossofaríngeo, vago e hipogloso, lo que genera circuitos responsables de reflejos específicos (32, 35).

Los axones que parten del núcleo principal sensitivo del trigémino ascienden homo y contralateralmente, formando el tracto trigeminal dorsal ascendente hasta el tálamo. Algunas de estas fibras se incorporan en el tracto trigeminal ascendente ventral (32, 35).

Las proyecciones que alcanzan el tálamo hacen sinapsis en el núcleo ventral posteromedial (VPM). Desde este complejo nuclear, mediante los axones de neuronas de tercer orden, se forman los haces talamocorticales, que se dirigen hacia la corteza somatosensorial (30) por la cápsula interna, en las áreas 1, 2 y 3 de Brodman (29, 35).

A partir de los tres núcleos sensitivos trigeminales se emiten proyecciones hacia el cerebelo, y desde el núcleo espinal del trigémino hacia el cuerno dorsal de la médula espinal (32). Otras aferencias trigeminales se proyectan en la formación reticular, a lo largo del núcleo interparietal, al núcleo dorsal de la columna espinal, específicamente al gracilis y al cuneatus, al parecer con el objetivo de permitir la integración de la información sensorial de los músculos del cuello y aferencias cutáneas, con la coordinación de los movimientos de la cabeza, cuello y ojos (31).

Estímulos nocivos con calor en el terreno del trigémino han demostrado activación de la porción inferior del lóbulo parietal derecho (giro poscentral), corteza prefrontal, cíngulo anterior, giro del cíngulo bilateral, la ínsula (bilateral), el tálamo (bilateral) y el cerebelo (lado izquierdo) (36).

Otros estudios han develado proyecciones trigeminales que parten de una subpoblación celular específica desde el ganglio del trigémino, alimentando el sistema nociceptivo medial que se proyecta a nivel cortical en el cíngulo y al parecer participa en aspectos afectivos-motivacionales relacionados con el dolor (37).

Reflejos trigeminales

Las raíces aferentes que median el reflejo corneano están contenidas en el nervio

oftálmico; viajan junto a la porción cefálica del haz espinal del trigémino y hacen sinapsis en el núcleo espinal del mismo, desde donde parten axones de interneuronas que se proyectan al núcleo motor contralateral del nervio facial, lo que genera un circuito con las motoneuronas encargadas del cierre ocular (29, 30).

Los reflejos de parpadeo y lagrimeo están mediados por aferencias de V1 y eferencias del facial (29).

El reflejo oculocardíaco está mediado por aferencias vía de V1 que generan un circuito con eferencias del vago, lo que resulta en bradicardia (29).

El reflejo mandibular está mediado por aferencias y eferencias transportadas por raíces y ramas contenidas en el nervio mandibular (29).

El reflejo de extensión de la cabeza está mediado por aferencias que parten de la región supra e infraorbitaria de la cara y generan un arco reflejo con eferencias dirigidas a los músculos extensores del cuello (38).

Estructuras nerviosas relacionadas anatómicamente con el trigémino

A. Nervio troclear: tiene anastomosis con la raíz oftálmica del trigémino (V1) y con el plexo cavernoso del simpático (1, 31, 34, 39).

B. Nervio abductor: tiene anastomosis con filamentos del plexo simpático carotídeo interno y con V1 (1).

C. Nervio facial: tiene interconexiones con el trigémino (en la cara), el glossofaríngeo, el vago y nervios cervicales (1, 31, 40-42).

D. Nervio glossofaríngeo: La porción sensitiva lleva información del oído medio (entre otras) a través de raíces cuyos cuerpos neuronales yacen en el ganglio yugular superior y se proyectan al núcleo del tracto espinal del trigémino (1, 31, 43). De las raíces de distribución, las linguales tienen anastomosis con la raíz lingual de V3 (1).

E. Nervio vago: la porción sensitiva consta (entre otras) de raíces que llevan información aferente somática general desde el oído externo y la membrana timpánica hasta el ganglio superior del nervio vago, desde donde la información se proyecta en el núcleo del tracto espinal del nervio trigémino (1, 31, 32, 43).

F. Nervio hipogloso: la porción motora se origina en el núcleo del hipogloso (que se conecta con los núcleos sensitivos del trigémino) y aporta ramas somáticas a los músculos de la lengua (excepto el palatogloso) (1). Tiene múltiples conexiones con los nervios glossofaríngeo, vago y trigémino (31, 32).

G. Ganglios:

Ciliar: la raíz sensorial pertenece a la nasociliar (de V1), la motora parasimpática que contiene fibras del núcleo de Edinger-Westphal por la vía del III par y por la vía de la raíz ciliar del trigémino y la raíz simpática proveniente del seno cavernoso (32, 44).

Pterigopalatino: la raíz sensorial deriva de los ramos colaterales de V2 y la rama motora parasimpática es el nervio vidiano. La raíz simpática deriva del plexo carotídeo a través del nervio petroso profundo (1, 31, 45). Se han descrito fibras posganglionares que se

incorporan en la raíz cigomaticotemporal (de V2) (1).

Submandibular: contiene axones preganglionares provenientes del facial a través de la cuerda del tímpano; la raíz simpática proviene del plexo que rodea la arteria facial y la rama parasimpática es un filete que se une a la raíz lingual (de V3). Se han descrito filetes comunicantes entre el ganglio y la raíz lingual de V3 (1, 31).

Ótico: la raíz motora parasimpática la conforma el nervio petroso superficial menor (del glosofaríngeo) y la raíz simpática se origina del plexo de la arteria meníngea media (1). Tiene ramos comunicantes con el nervio del pterigoideo interno (rama del nervio mandibular), con la cuerda del tímpano y el nervio vidiano (1, 31).

H. Sistema nervioso simpático: El plexo carotídeo interno tiene ramas comunicantes con el ganglio del trigémino, el nervio abducens y el ganglio esfenopalatino (1). Otra forma de comunicación del simpático incluye las anastomosis de fibras provenientes del ganglio cervical superior con raíces trigeminales periféricas, para alcanzar glándulas sudoríparas en la piel de la cara y mucosas de la cavidad oral y nasal (31).

I. Sistema nervioso parasimpático (división craneal): cada rama trigeminal recibe fibras parasimpáticas: el nervio oftálmico desde el ganglio ciliar, el maxilar desde el pterigopalatino y el mandibular desde el submandibular y el ótico (31).

Tálamo: el núcleo ventral posterior medial recibe el lemnisco trigeminal y fibras gustatorias (24, 31, 32). Los núcleos

intralaminares reciben aferencias del cerebelo, formación reticular, tracto espinotalámico, lemnisco trigeminal, globo pálido y corteza cerebral, y se proyectan hacia otros núcleos talámicos y el estriado (31, 32).

DISCUSIÓN

La descripción del nervio trigémino muestra el origen, localización, función y relaciones que guarda con otras estructuras. Este panorama determinista sustenta las funciones sensitivas y motoras específicas para el trigémino desde la cara, incluso de componentes craneanos profundos como la duramadre, así como su papel rector en la función masticatoria. Aun así, de lo anterior surgen otras relaciones que pueden calificarse como indirectas, inferidas mediante la inmensa posibilidad de conexiones multisinápticas características de las vías neurales y por las anastomosis con otros nervios, lo que sugiere la afectación de terceras estructuras a partir de estímulos repetitivos sobre ramas, raíces o núcleos del quinto par o sobre componentes del sistema que tengan algún tipo de conexión con dicho nervio.

La evidencia diaria exige otras miradas que parten de aproximaciones no tradicionales y que permiten diferentes intervenciones: investigaciones recientes con base en sucesos clínicos observados como la aparición del reflejo trigémino cardíaco (46-48), el reflejo autonómico (49), la utilidad de la estimulación del trigémino en la depresión mayor (50), la modulación en la actividad de las neuronas del núcleo ventral coclear por el trigémino (51, 52), proyecciones trigeminales en la corteza del cíngulo, zona relacionada con procesamiento emocional y control del sistema nervioso autónomo (entre otros) (53),

reafirman dicha exigencia, para poder abordar cualquier situación clínica desde la integralidad. Este marco conceptual se ha venido construyendo, particularmente para la terapia neural, desde el nervismo con Pavlov, pasando por la patología corticovisceral de Bikov, la propuesta de Speransky, la fisiología moderna, la cibernética, la teoría de sistemas, el pensamiento complejo y los aportes de investigaciones hechas sobre plasticidad neuronal y sináptica y en conectómica (entre otras) (que objetiva en los mapeos comprensivos y el análisis de la conectividad cerebral), planteando una visión integradora de todos los elementos corporales para el caso particular del sistema nervioso. Por ejemplo, los hallazgos en conectómica han develado nuevos mapas cerebrales basados en respuestas neurales ante actividades y estímulos, que sugieren otras relaciones establecidas entre estructuras cerebrales diferentes a los mapeos tradicionales, que si bien es cierto constituyen la primera aproximación que permite en la actualidad diagnosticar y llevar a cabo intervenciones exitosas en la clínica, y que adicionalmente constituyen la base fundamental del entendimiento cerebral, se basan en modelos experimentales de laboratorio que se alejan del dinamismo inherente a un ser vivo. Por el contrario, la conectómica busca obtener resultados haciendo observación de “cerebros” *in vivo* a través de técnicas no invasivas que, aun cuando carecen de una absoluta precisión, se acercan a la formulación de modelos que llevan a una aproximación pronta y funcional. Estos conceptos se pueden extrapolar a este trabajo dado el planteamiento de modelos que permiten ampliar la gama de posibilidades de interconexión, interferencia, intercepción, modulación, retransmisión e incluso cambios estructurales dependientes de una estimulación

en la escala de tiempo (54), en el marco del terreno del nervio trigémino hacia un impacto sistémico.

Otros estudios que apoyan lecturas innovadoras de los aspectos relacionales del sistema nervioso son los modelos de comunicación química como vía de información entre elementos neurales y de estos con los que se relacionan. Es el caso de estudios en roedores que demuestran la expresión de grelina en las neuronas del ganglio trigémino y cuyos receptores se localizan en una vasta zona corporal que incluye varios elementos constitutivos del aparato digestivo, explicando cambios locales comportamentales durante algunas fases del ciclo ovárico (55). En humanos, por ejemplo, hay evidencia de receptores para estrógenos en las células del ganglio espinal trigeminal, lo que propone cambios en la neuromodulación relacionada con fluctuaciones hormonales (56); incluso las concentraciones de estrógenos aparentemente modulan la expresión de péptidos específicos en el ganglio del trigémino, lo que pudiere jugar un papel importante en la génesis de migrañas y desórdenes temporomandibulares relacionados con el ciclo ovárico (57).

Se hace necesario el emprendimiento de investigaciones que aboquen este tipo de posibilidades con estrategias de demostración *in vivo*, en la medida en que no es posible colegir correlaciones complejas y no evidentes en modelos estáticos (*in vitro* o *post mortem*), dados los cambios en el ambiente intrínseco y extrínseco que subyacen en la dinámica adaptativa funcional permanente.

Lo anterior sustenta la intervención en el nervio trigémino en el marco conceptual de la terapia neural como asiento de campo

interferente, dadas las amplias posibilidades de manifestaciones clínicas que subyacen a esta estructura desde el punto de vista anatómico y funcional.

CONCLUSIONES

El nervio trigémino tiene funciones sensitivas y motoras y está distribuido en la región facial y craneana. Cuenta con amplias relaciones anatómicas y funcionales con otras estructuras corporales.

La evidencia diaria exige otras miradas que parten de aproximaciones no tradicionales y que permiten diferentes intervenciones.

La terapia neural es un sistema médico complejo que se caracteriza por el enfoque integral del organismo cuya dinámica está enmarcada por el papel rector del sistema nervioso.

Los hallazgos en conectómica han develado nuevos mapas cerebrales basados en respuestas neurales ante actividades y estímulos, que sugieren otras relaciones establecidas entre estructuras cerebrales diferentes a los mapeos tradicionales.

La posible inferencia funcional del trigémino con estructuras cerebrales como la corteza del cíngulo, la corteza prefrontal, el sistema nervioso autónomo (entre otras) sugiere una visión integradora de todos los elementos constitutivos del organismo.

Se hace necesario el emprendimiento de investigaciones con estrategias de demostración in vivo, en la medida en que no es posible colegir correlaciones complejas en modelos estáticos.

AGRADECIMIENTOS

Fabio Ojeda. realizador de cine y televisión, Universidad Nacional de Colombia.

REFERENCIAS

1. Gray H, Williams PL, Bannister LH. Anatomía de Gray: bases anatómicas de la medicina y la cirugía. 38 ed. Madrid: Harcourt Brace; 2001.
2. Bykov KM. Text-book of physiology. Moscow: Foreign Languages Pub. House; 1960.
3. Dosch P, Dosch J, Dosch M. Manual of Neural Therapy According to Huneke. Cologne (Germany): Thieme; 2007.
4. Payan JC. Lanzate Al Vacio Se Extenderan Tus Alas. Bogotá: McGraw-Hill Spanish; 2000.
5. Payan JC. Desobediencia vital. Barcelona (España): Instituto de Terapia Neural; 2004.
6. Alarcón A, Vidal A, Neira J. Salud intercultural: elementos para la construcción de sus bases conceptuales. Revista médica de Chile. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872003000900014&nrm=iso (consultado el 27 de febrero de 2011). 2003;131:1061-5.
7. Urrego D. Abordaje de la Medicina Alternativa como sistema médico complejo en la Universidad Nacional de Colombia. Revista Facultad e Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112010000200007&nrm=iso (consultado el 23 de marzo de 2011). 2010;58:155-6.
8. Salazar J, Urrego D. La terapia neural: de terapia "ortodoxa" a sistema médico complejo. Trabajo de grado para obtener el Título de Magister en Medicina Alternativa. Área Terapia Neural, Universidad nacional de Colombia, Bogotá; 2010.
9. Ado A. Patología cheskaya Fisiología. Moscú: Triada X; 2002..
10. Agadzhanian N. Fisiología Chelovieca. Moscu: Medizinskaia kiniga; 2003.
11. Pavlov IP, Anrep GV. Conditioned Reflexes. Mineola: Dover Publications; 2003.
12. Speransky AD. Bases para una nueva teoría de la medicina: Psique; 1954.

13. Vishnevsky A. El Bloqueo Novocaínico y los Antisépticos Oleo balsámicos como una forma Terapéutica Patógena. Buenos Aires: Cartago; 1958.
14. Pickenhain L. The importance of I.P. Pavlov for the development of neuroscience. Integrative physiological and behavioral science : the official journal of the Pavlovian Society. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10485608> (consultado el 18 de diciembre de 2011). 1999;34(2):85-9.
15. Osorio Y. Odontología Neurofocal. "Otra Racionalidad". Revista de la Federación Odontológica Colombiana. http://www.terapianeural.com/index.php?option=com_content&task=view&id=148&Itemid=26 (consultado el 10 de abril de 2011). 2003;65:11.
16. Moore K, Persaud T. Embriología clínica. 8 ed. Madrid Elsevier; 2008.
17. Adler E. Allgemein-Erkrankungen durch Storfelder (Trigeminus Bereich). 3 ed. Heidelberg-Alemania: Verlag fur Medizin; 1983.
18. Sadler TW, Langman J. Embriología medica/ Medical Embryology: Con orientación clínica/ With Clinical Orientation. 10a ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2007.
19. Shigetani Y, Howard S, Guidato S, Furushima K, Abe T, Itasaki N. Wise promotes coalescence of cells of neural crest and placode origins in the trigeminal region during head development. *Developmental biology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18538759> (consultado el 16 de mayo de 2011). 2008;319(2):346-58.
20. Donkelaar HJ, Lammens M, Hori A. Clinical Neuroembryology: Development and Developmental Disorders of the Human Central Nervous System. Berlin: Springer; 2010.
21. Carlson BM. Embriología Humana Y Biología Del Desarrollo. 4 ed. Barcelona (España): Elsevier; 2009.
22. Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology: a cellular and molecular approach. 2nd ed. Philadelphia: Saunders/Elsevier; 2009.
23. Dietz V. Neuronal plasticity after a human spinal cord injury: Positive and negative effects. *Experimental neurology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21530507> (consultado el 11 de octubre de 2011) 2011. doi:10.1016/j.expneurol.2011.04.007.
24. Waxman SG. Clinical Neuroanatomy. 26 ed. New York: McGraw-Hill Medical; 2009
25. Latarjet M, Liard AR. Anatomía Humana/ Human Anatomy. 4 ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2005.
26. Go JL, Kim PE, Zee CS. The trigeminal nerve. *Seminars in ultrasound, CT, and MR*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11770929> (consultado el 18 de marzo de 2011). 2001;22(6):502-20.
27. Kamel HA, Toland J. Trigeminal nerve anatomy: illustrated using examples of abnormalities. *AJR American journal of roentgenology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11133576> (consultado el 12 de noviembre de 2011). 2001;176(1):247-51.
28. Borges A, Casselman J. Imaging the trigeminal nerve. *European journal of radiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20227216> (consultado el 6 de agosto de 2011). 2010;74(2):323-40.
29. Gonella MC, Fischbein NJ, So YT. Disorders of the trigeminal system. *Seminars in neurology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19214931> (consultado el 8 de julio de 2009). 2009;29(1):36-44.
30. Gilman S, Newman SW. Neuroanatomía y neurofisiología clínicas de Manter y Gatz. 5 ed. México: Manual Moderno; 2003. 281 p .
31. Mai JK, Paxinos G. The Human Nervous System. 2 ed. Amsterdam: Elsevier Science; 2011.
32. Affi AK, Bergman RA. Neuroanatomía funcional: texto y atlas. 2 ed. México: McGraw-Hill; 2006.
33. Vorobev VP. Gran atlas de anatomía humana. Moscú: Oformlenie; 2001.
34. Kahle W, Frotscher M. Color Atlas and Textbook of Human Anatomy: Nervous system and sensory organs. 5 ed. New York: Thieme; 2002.
35. Capra NF, Dessem D. Central connections of trigeminal primary afferent neurons: topographical and functional considerations. *Critical reviews in oral biology and medicine* : an official publication of the American Association of Oral Biologists. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1457683> (consultado el 24 de octubre de 2011). 1992;4(1):1-52.
36. de Leeuw R, Davis CE, Albuquerque R, Carlson CR, Andersen AH. Brain activity during stimulation of the trigeminal nerve with noxious heat. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11770929>

nlm.nih.gov/pubmed/17138177 (consultado el 24 de octubre de 2011). 2006;102(6):750-7.

37. Iwata K, Miyachi S, Imanishi M, Tsuboi Y, Kitagawa J, Teramoto K, *et al.* Ascending multisynaptic pathways from the trigeminal ganglion to the anterior cingulate cortex. *Experimental neurology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20854814> (consultado el 24 de octubre de 2011). 2011;227(1):69-78.

38. Leandri M, Gottlieb A, Cruccu G. Head extensor reflex evoked by trigeminal stimulation in humans. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11595141> (consultado el 10 de agosto de 2011). 2001;112(10):1828-32.

39. O'Rahilly R, Gardner E, Müller F, Zamora CH. *Anatomía de Gardner*. 5 ed. México: McGraw-Hill; 198.

40. Veillon F, Ramos-Taboada L, Abu-Eid M, Charpiot A, Riehm S. Imaging of the facial nerve. *European journal of radiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20456888> (consultado el 1 de septiembre de 2011). 2010;74(2):341-8.

41. Tohma A, Mine K, Tamatsu Y, Shimada K. Communication between the buccal nerve (V) and facial nerve (VII) in the human face. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15125049> (consultado el 5 de enero de 2012). 2004;186(2):173-8.

42. Parkinson D, Johnston J, Chaudhuri A. Sympathetic connections to the fifth and sixth cranial nerves. *The Anatomical record*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/666018> (consultado el 20 de junio de 2011). 1978;191(2):221-6.

43. Ong CK, Chong VF. The glossopharyngeal, vagus and spinal accessory nerves. *European journal of radiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20233644> (consultado el 31 de octubre de 2011). 2010;74(2):359-67.

44. Neuhuber W, Schrod F. Autonomic control of the eye and the iris. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21071284> (consultado el 10 de enero de 2012). 2011;165(1):67-79.

45. Rusu MC, Pop F. The anatomy of the sympathetic pathway through the pterygopalatine fossa in humans. *Annals of anatomy =*

Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19939656> (consultado el 31 de octubre de 2011). 2010;192(1):17-22.

46. Schaller B, Sandu N, Filis A, Ottaviani G, Rasper J, Noethen C, *et al.* Trigemino-cardiac reflex: the trigeminal depressor responses during skull base surgery. *Clinical neurology and neurosurgery*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18996640> (consultado el 20 de noviembre de 2011). 2009;111(2):220.

47. Schaller B, Cornelius JF, Prabhakar H, Koerbel A, Gnanalingham K, Sandu N, *et al.* The trigemino-cardiac reflex: an update of the current knowledge. *Journal of neurosurgical anesthesiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19542994> (consultado el 7 de noviembre de 2011). 2009;21(3):187-95.

48. Schaller B, Sandu N, Cornelius JF, Filis A. Comment on "Asystole due to trigemino-cardiac reflex: A rare complication of trans-sphenoidal surgery for pituitary adenoma". *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19766494> (consultado el 8 de octubre de 2011). 2009;16(12):1709.

49. Koeda S, Ishii H, Kuchiiwa S, Izumi H. Role of the spinal trigeminal nucleus in the rat autonomic reflex. *Archives of oral biology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19818431> (consultado el 24 de octubre de 2011). 2009;54(12):1136-42.

50. Schrader LM, Cook IA, Miller PR, Maremont ER, DeGiorgio CM. Trigeminal nerve stimulation in major depressive disorder: first proof of concept in an open pilot trial. *Epilepsy & behavior : E&B*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21820361> (consultado el 1 de septiembre de 2011). 2011;22(3):475-8.

51. Shore SE, El Kashlan H, Lu J. Effects of trigeminal ganglion stimulation on unit activity of ventral cochlear nucleus neurons. *Neuroscience*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12831866> (consultado el 5 de enero de 2012). 2003;119(4):1085-101.

52. El-Kashlan HK, Shore SE. Effects of trigeminal ganglion stimulation on the central auditory system. *Hearing research*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14987749> (consultado el 2 de febrero de 2012). 2004;189(1-2):25-30.

53. Matthews SC, Paulus MP, Simmons AN, Nelesen RA, Dimsdale JE. Functional subdivisions within anterior cingulate cortex and their

relationship to autonomic nervous system function. *NeuroImage*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15219587> (consultado el 1 de octubre de 2011). 2004;22(3):1151-6.

54. Behrens TE, Sporns O. Human connectomics. *Current opinion in neurobiology*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21908183> (consultado el 10 de octubre de 2011). 2012;22(1):144-53.

55. Puri V, Chandrala S, Puri S, Daniel CG, Klein RM, Berman NE. Ghrelin is expressed in trigeminal neurons of female mice in phase with the estrous cycle. *Neuropeptides*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16376425> (consultado el 24 de octubre de 2011). 2006;40(1):35-46.

56. Fenzi F, Rizzuto N. Estrogen receptors localization in the spinal trigeminal nucleus: an immunohistochemical study in humans. *European journal of pain*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21640622> (consultado el 2 de febrero de 2012) 2011;15(10):1002-7.

57. Puri V, Cui L, Liverman CS, Roby KF, Klein RM, Welch KM, *et al.* Ovarian steroids regulate neuropeptides in the trigeminal ganglion. *Neuropeptides*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15936815> (consultado el 24 de octubre de 2012). 2005;39(4):409-17.

