http://dx.doi.org/10.14368/jdras.2014.30.3.231
ISSN 2233-4084

Review Article

The anatomy of temporal muscle in botulinum toxin injection

Won-Kang Lee, Young-Chan Choi, Jung-Hun Hong, Seong-Teak Kim*
Department of Orofacial Pain and Oral Medicine, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea

Botulinum toxin has been used for treating chronic migraine under US Food and Drug Administration approval since 2010. However there is no definitive guideline for injection point. The aim of this study is to propose an effective and safe injection guideline by reviewing the previous studies. **(J Dent Rehabil Appl Sci 2014;30(3):231-7)**

Key words: botulinum toxin; chronic migraine; temporal muscle; anatomic structure

서론

2010년 FDA가 만성두통의 치료제로 보툴리눔 독소의 사용을 승인한 이후, 보툴리눔 독소는 비스테로이드성 항염증제, 항우울제, 항경련제, 혈관확장제, 근이완제 등의 약물치료와 더불어서 만성두통 치료에 많이 사용되고 있다.[1] FDA가 승인한 내용에 따르면 최소 155 U의 보툴리눔 독소를 31개의 주사점에 자입하며, 그 용량과 주사 부위는 두경부 전반에 걸쳐있다(Table 1).[2] 이마 부위는 두통을 위한 보툴리눔 독소의 사용 승인 이전, 주름 개선을 목적으로 하는 성형적 사용이 먼저 승인되었기 때문에 많은 성형외과 논문에서 주변 해부학적 구조물에 대해 상세히 설명하고 있다. 하지만 측두부는 턱관절 부위를 제외하고는 치과영역에서 연구가 많이 이루어지지 않은 부위이고, 주변 해부학적 구조물에 대해 측두근 주사를 전제로 자세히 정리된 자료를 찾기가 어렵다.

이에, 본 종설을 통해 측두부 주사 시에 고려해야 하는 중요 해부학적 구조물들을 지금까지 보고된 문헌들을 토대로 자세히 검토하고자 한다.

Table 1. The recommendable dose of the botulinum toxin injection for the chronic migraine

Head/Neck Area	Recommendable dose Total number of units (U)
Corrugator	10 U (2 sites)
Procerus	5 U (1 site)
Frontalis	20 U (4 sites)
Temoralis	40 U (8 sites)
Occipitalis	30 U (6 sites)
Cervical paraspinal muscle group	20 U (4 sites)
Trapezius	30 U (6 sites)
Total dose range	155 U

본론

1. 측두근의 육안 해부학(gross anatomy of the temporalis muscle)

측두근(temporalis muscle)은 납작한 부채꼴 모양의 근육으로 머리뼈의 가쪽면에서 저작을 담당한다. 이 부채

*Correspondence to: Seong-Taek Kim, DDS, PhD
Department of Orofacial Pain and Oral Medicine, College of Dentistry, Yonsei University, 50, Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Republic of Korea
Tel: +82-2-2228-3110, Fax: +82-2-393-5673, E-mail: k8756050@yuhs.ac
Received: June 16, 2014/Last Revision: August 11, 2014/Accepted: August 12, 2014

Copyright© 2014 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
©It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

꼴의 가장자리는 머리뼈의 가쪽면에 붙고, 부채의 손잡이 부분은 아래턱뼈의 갈고리돌기(coronoid process)에 붙는다. 측두근은 관자아래능선(infratemporal crest), 관자 우묵(temporal fossa), 관자근막(temporal fascia)에서 기원하여 측두근 힘줄(tendon of temporalis)로 모아져서 광대활(zygomatic arch)과 머리뼈 사이의 틈을 지나 아래로 주행하여 아래턱 갈고리돌기에 붙는다.

즉 측두근은 관자우묵에 담기는 형태를 가지는데, 관자우묵의 경계는 다음과 같다.[3-5]

1) 관자우묵의 경계

위쪽경계: 한 쌍의 관자선. 윗 관자선과 아래 관자선-이마뼈의 광대돌기에서 측두골의 꼭지돌기까지 이어지는 선

가쪽경계: 관자근막

앞쪽경계: 이마뼈의 광대돌기 후면과 광대뼈의 이마뼈돌기 부위

뒤쪽경계: 나비뼈 큰 날개(greater wing of sphenoid)의 관자아래능선

2) 관상면에서 본 측두부의 층상 구조

측두부를 관상절단면에서 관찰하면 얕은 층에서 깊은 층까지 피부, 피하 그물모양의 비정형적 조직, 측두근의 얕은관자근막, 측두근의 깊은관자근막, 측두근의 순으로 존재한다(Fig. 1).

3) 측두근

측두근을 자세히 보면 기능적으로 앞과 중간 및 뒷 섬유로 나뉘고, 형태적으로는 앞쪽 1/3과 뒤쪽 2/3로 구분된다.[6]

앞쪽 1/3의 경우에는 약 3 cm정도의 너비를 가지며, 측두골-광대뼈 근막에 강하게 부착되어 있고, 다른 부위보다 더 검붉은 색을 띄고 있다. 나비뼈의 측두하방우묵 부위에 존재한다. 다른 부위에 비해 근육 두께가 더 두껍다. 근육의 주행방향은 거의 수직이며 아래쪽 힘줄은 짧고, 두껍게 존재한다. 약간 전-하방 주행하다가 아래턱뼈 가지의 측두능선 전하방에 부착된다.

뒤쪽 2/3부위는 앞쪽 1/3부위 보다 더 밝은 붉은 색을 띠는 부위로 커다란 부채꼴 모양으로 중심을 향하는 빗살모양의 힘줄이 존재한다. 이 뒤쪽 2/3중 전방부인 가운데 1/3부위의 근육은 전하방으로 약 45도 각도를 이루며 주행하고, 근육 사이사이에 힘줄이 많이 존재한다.

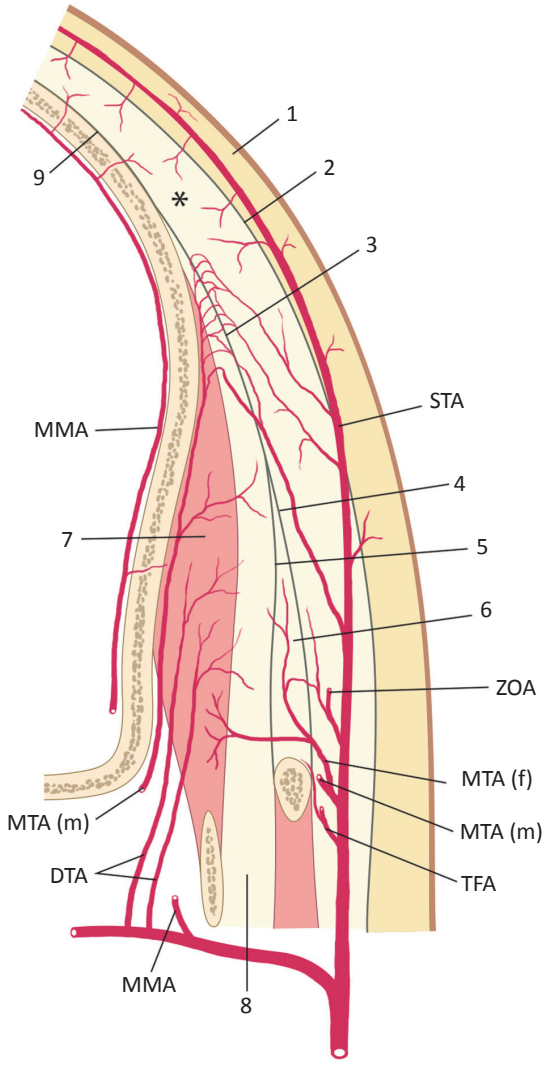


Fig. 1. Diagram of the arterial anatomy in a coronal section of the temporal region. Note the anastomoses between the temporal muscle and loose areolar fascia networks near the temporal line and the descending branches of the superficial temporal artery.
(1) subcutaneous tissue, (2) superficial temporal fascia, (3) deep temporal fascia, (4) superficiallamina of the deep temporal fascia, (5) deep lamina of the deep temporal fascia, (6) superficial temporal fat pad, (7) temporal muscle, (8) deep temporal fat pad, (9) pericranium, (*) loose areolar fascia. STA, superficial temporal artery; MTA (m), muscular branch of the middle temporal artery; MTA (m) is in two places because of the plane of section, but it is the same artery; MTA (f), fascial branch of the middle temporal artery; DTA, deep temporal artery; ZOA, zygomatico-orbital artery; MMA, middle meningeal artery; TFA, transverse facial artery (Nakajima H, et al. 1995).[10]

후방 1/3은 근육이 거의 수평방향으로 주행하며 근육 사이의 힘줄이 가운데 1/3보다는 상대적으로 적다. 근육의 양은 앞쪽 1/3이 가장 두꺼우며, 상대적으로 후방부와 상방부로 갈수록 얇아지는 편이다.[6,7]

이렇게 기능적, 형태적으로 다른 특징을 띠는 각 부위에 한 군데 이상 주사하는 것이 적절하므로 측두근에 보툴리눔 독소를 주사할 경우, 최소 3군데 이상의 주사가 필요할 것이라고 생각된다. 또한 측두근은 피부 밖에서 보이지 않아 촉진 만으로 그 위치를 상상해서 주사해야 하는데 주변 해부학적 구조물과 측두근의 상대적 위치 관계를 명확히 알고 있다면 촉진과 더불어서 적절한 주사점을 설정하는데 많은 도움이 될 것이라 생각한다.

4) 측두근의 힘줄(tendon of temporal muscle)

측두근의 힘줄은 측두부의 해부학적 구조물 중에서도 연구가 덜 되어 있는 부위이다. Rouviere와 Delmas는 이 힘줄성 부착막이 측두근을 통과하여 상방까지 연장되어 있다고 설명했고, Bénateau의 연구[8]에 의하면 측두근의 힘줄 수렴부는 근육내의 힘줄성 부착막의 두꺼워진 아랫부분이라고 정의하였다. 측두근은 이 두꺼운 힘줄성 부착막에 의해서 얕은층과 깊은층으로 불완전하게 나뉘며, 얕은층의 측두근은 상대적으로 아주 얇으며, 깊은 측두근막의 내측면과 힘줄성 부착막의 가쪽면에 부착되고, 깊은 측두근은 더 두껍고 내측면으로는 측두우묵에 가측으로는 힘줄성 부착막의 내측에 부착된다. 이 힘줄성 부착막은 측두근을 완전히 분리하지는 못해서 근육의 상방부에는 어떠한 힘줄 부위도 없는 순수 근육층으로 되어 있다. 힘줄은 하방으로 주행하여 아래턱 갈고리돌기에 부착되는데 전방부는 수직으로 주행하다가 아래턱뼈 갈고리돌기 내측에 부착되어 아래턱 패임 전방 1/3부위까지 연장된다. 후방부는 다소 수평적으로 주행하면서 갈고리돌기의 가측면에 부착된다.

보툴리눔 독소는 신경말단에서 아세틸콜린의 분비를 억제하여 근육 활성을 감소시키는 기능을 하기 때문에 그 효과를 극대화하려면 운동신경 말단이 많이 분포된 부위에 주사하는 것이 좋다. 이러한 측면에서 볼 때 운동신경의 분포가 희박한 힘줄 부위를 피해 주사하는 것이 유리하며, 이는 주사에 의해 발생할 수 있는 근염의 예방에도 좋을 것이다.

2. 측두근 부위의 주요 혈관들

측두 표피부위에서 깊은층으로 들어갈 때 만나는 주요 혈관들을 순서대로 설명하면 피부와 피하지방 바로 하방에 얕은관자동맥(superficial temporal artery)이 존재하고, 아래 측두근의 얕은근막 아래와 측두근 깊은근막의 사이에 가운데관자정맥(middle temporal vein)이 광대활과 평행하게 주행한다. 더 깊은층의 측두근과 측두골의 경계부위 근처에 깊은관자동맥(deep temporal artery)이 존재한다(Fig. 2).[9]

1) 얕은관자동맥

얕은관자동맥은 바깥목동맥에서 상방으로 분지되어 나오는 두 개의 동맥 중에서 작은 혈관이다. 주행방향으로 판단할 때 얕은관자동맥이 바깥목동맥의 연장이라고 여겨진다. 귀밑샘 실질에서 기시하여 아래턱목의 뒤편을 지나 측두골의 광대돌기 후방부를 얕게 지난다. 이 돌기 상방 약 5 cm 부위에서 이마뼈가지(frontal branch)와 마루뼈가지(parietal branch) 두 개의 분지로 나뉘며 분지되기 전까지는 비교적 굵은 굵기의 동맥이다. 귀 앞부분을 수직방향으로 지나며, 피부와 피하조직 바로 하방, 얕은 측두근막 상방, 두 조직 사이에 아주 얕게 존재한다.

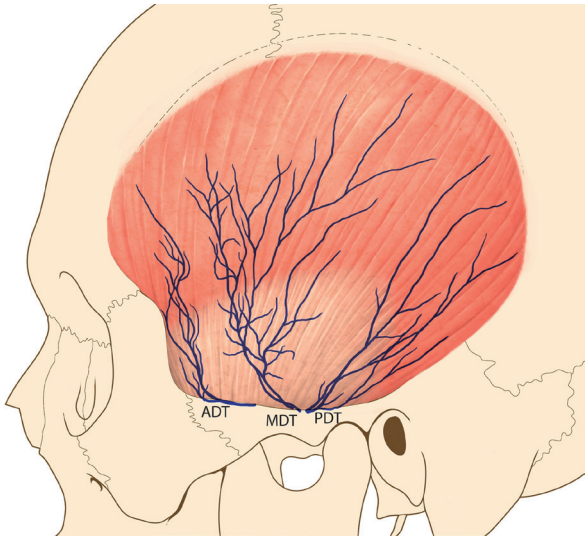


Fig. 2. Neuromuscular partitions of the temporalis muscle, lateral view.
ADT, anterior deep temporal nerve; MDT, middle deep temporal nerve; PDT, posterior deep temporal nerve (Chang Y, et al. 2013).[13]

속관자동맥(internal temporal artery 혹은 중앙 관자동맥)은 얕은 관자동맥의 분지부로서 광대활 근처에서 분지되어 나와서 관자근막을 뚫고 귀 위쪽 부착부위에서 측두근 후방부위로 들어간다. 관자우묵의 후상방 부위를 활저럼 휘면서 주행하며 측두근 후방부위에 혈액을 공급한다. 얕은관자동맥의 분지이지만 측두근에 혈액을 공급하는 혈관 중에서 가장 깊이 위치하여 측두골에 가운데관자동맥의 흔적을 남긴다. 평균 직경은 0.8 - 1.54 mm이다.[9-11]

2) 가운데관자정맥

눈의 가측각에서 기시하여 광대활 상방을 수평방향으로 주행하다가 얕은관자정맥과 만나서 아래턱뒤정맥을 형성한다.

정맥은 얕은관자근막 아래, 깊은관자근막의 얕은막과 깊은막 사이로 주행하며, 경우에 따라서는 망상조직을 형성할 수도 있다. 주행하면서 거의 비슷한 길이의(약 6 cm 정도) 수평과 수직 분절을 가진다. 수평분절은 광대활 약 3 cm상방을 수평방향으로 주행하고 경우에 따라 지류를 형성하기도 하며, 이 때 3 - 4개 정도의 평행한 혈관으로 나뉘었다가 (보통 이 부분의 길이는 3 - 4 cm 정도이다) 다시 하나의 혈관으로 모이기도 한다. 이러한 유창혈관부분의 두께는 약 5 mm에 달해서 원래 본류의 두께(약 2.5 - 2 mm 정도) 보다도 더 굵다. 수평 분절은 광대활의 중간 정도에서 갑자기 수직 아래로 방향을 바꾸어서 이주(tragus)와 같은 높이에 있는 귀밑샘실질로 들어가며 얕은광대정맥과 만난다. 가운데관자정맥이 주행하는 부위는 측두의 머리카락이 없는 부분에 해당되며 보툴리눔 독소를 주사할 때뿐 만 아니라 측두부의 함입 시 미용적 목적으로 필러를 주입하는 경우에도 부작용을 최소화하기 위해 많은 고려를 해야 한다.[12]

3) 깊은관자동맥

3가지 동맥이 측두근에 주요 혈액을 공급하는데 이 중 2개의 동맥이 깊은관자동맥이다.[10]

① 앞쪽깊은관자동맥

갈고리돌기 전방 위턱뼈 근처에서 위턱동맥의 두 번째 부분에서 분지된다.

눈확(orbit)의 가측 앞가쪽 모서리 가까이 주행하며, 이 뼈와 측두근 사이로 주행한다. 측두근의 앞쪽 1/3에 해당되는 더 두꺼운 부위에 혈액을 공급한다. 평균 직경은 0.75 - 1.35 mm이다.

② 뒤쪽깊은관자동맥

갈고리돌기의 후방에서 위턱동맥 두 번째 부분에서 분지된다. 측두근과 머리뼈의 뼈막 사이를 주행하다가 근육의 중심부로 들어간다. 평균 직경은 0.86 - 1.78 mm 정도이다.

이들 혈관들 중에서 깊은층에 존재하는 깊은관자동맥(전방과 후방)과 가운데관자동맥은 머리뼈와 측두근 사이 깊이 존재하고 직경 또한 0.7 - 1.8 mm정도이므로 보툴리눔 독소를 주사할 때, 뼈가 촉진될 때까지 자입한 다음 약 2 - 3 mm 정도 후퇴(set-back)한 후 흡인 확인(aspiration)하고 주사액을 주입하면 혈관 내로 주사액이 들어가서 생기는 부작용을 최소화 할 수 있을 것이다.

얕은층에 존재하는 얕은측두동맥은 분지되기 전에는 직경이 3 mm내외로 두껍기 때문에, 되도록 피해서 자입점을 설정하는 것이 현명해 보인다. 가운데측두정맥의 경우에도 평균직경이 4.5 mm정도로 크고 광대활 2.5 - 3 cm 상방에서 광대활과 비교적 평행하게 주행하므로 자입점을 설정할 때 이 위치보다는 상방에 설정하는 것이 주사의 부작용을 줄이는데 유리하다.

3. 신경조직

1) 운동신경

보툴리눔 독소는 *bacterium clostridium Botulinum*에 의해서 생성되는 독소로 치명적인 마비를 일으키지만, 의학적으로는 독성 이하 용량으로 사용한다. 이 독소는 시냅스 전 콜린성 신경말단에 작용하여 먼저 신경전달물질인 아세틸콜린 수용체와 결합함으로써 아세틸콜린의 분비를 억제하여 근육의 이완을 유발한다.[13] 따라서 약제가 효과적으로 작용하기 위해서는 운동신경 말단이 많이 분포하고 있는 부위에 주사하는 것이 좋다.

측두근의 운동신경을 담당하고 있는 것은 볼신경(buccal nerve), 깨물근신경(masseteric nerve), 깊은관자신경이다. 깊은관자신경은 앞쪽, 가운데, 뒤쪽 깊은관자신경으로 구성되어있다. 이들 신경분포로 측두근은 아래턱 가지 높이를 기준으로 상부와 하부로 나뉘고, 상부는 앞쪽, 가운데, 뒤쪽깊은관자신경이 담당하며, 하부는 볼신경과 깨물근신경이 담당한다.[11,14]

보툴리눔 독소는 주로 운동신경 말단에 작용하여 아세틸콜린의 분비를 억제하므로, 운동신경 말단이 많이 분포하는 부위에 주사하는 것이 독소의 효율을 높이는데 도움이 될 것이다.

① 깊은관자신경

측두근의 상방부위를 지배하는 운동신경인 깊은관자신경은 아래턱신경의 전방 줄기에서 분지한다. 나비뼈의 난원공(foramen ovale)으로 나온 신경이 머리뼈를 지나 가쪽날개근의 위갈래(superior belly of lateral pterygoid muscle) 가까이의 측두아래능선을 가로지른다. 머리뼈의 뼈막 위를 주행하다가 근육의 중앙부로 들어간다. : 앞깊은관자신경, 가운데깊은관자신경, 뒤깊은관자신경이 있다. 각각 아래턱가지 높이 상방 측두근의 앞쪽1/3, 가운데1/3, 뒤쪽1/3의 신경 지배를 담당한다.

② 볼신경

측두근의 전방으로 들어가면서 두 개의 가지를 내는데 상방가지가 더 광범위하게 근육 내 망상형태를 가지며 전방근육의 상방부를 지배하고, 하방가지는 아래턱가지 하방의 근육을 담당한다.

③ 깨물근신경

근육의 내측에서 측두근 후방으로 들어간다. 아래턱목 부근에서 짧게 근육 내로 주행하다가 앞쪽가지와 뒤쪽가지로 나뉜다. 측두근의 아래턱가지 높이 아래의 근육 중 뒤쪽부위의 신경 지배를 담당한다.

2) 감각신경

감각신경 중 측두부 주사 시 주의가 필요한 부위는 얼굴신경(facial nerve)과 귓바퀴관자신경(auriculotemporal nerve)이 있다. 하지만 얼굴 신경은 피부와 피하조직 바로 아래 아주 얕은 부위에서 주행하므로 보툴리눔 독소의 주사 시에 많은 신경을 기울일 필요는 없다. 귓바퀴관자신경은 아래턱 신경의 하방 분지인데 턱관절 부위 뒤쪽 귀밑샘에서 나온 후 광대활의 뒤쪽을 가로지르며 귀의 앞쪽에서 얕은관자동맥의 뒤쪽으로 동맥과 함께 수직 축을 따라 주행한다. 따라서 얕은관자동맥 부위를 피해서 주사한다면 부작용도 함께 피할 수 있다.

결론

두통, 혹은 이갈이 치료를 위해 보툴리눔 독소를 주사하는 부위 중, 측두근은 상대적으로 주요 해부학적 구조물이 많은 곳이다. 얕은층에 위치하지만 비교적 굵은 직경을 가지는 혈관부위는 미리 해부학적 위치관계를 주지하여, 시술 시 되도록이면 피하는 것이 좋다. 깊은층에 존재하는 혈관들은 뼈의 접촉을 느낄 수 있을 때까지 자입 후 2 - 3 mm 정도 후퇴한 다음 주사액을 주입한다면 측두골 바로 상방에 존재하는 혈관들의 위치를 고려할 때 부작용을 최소화 할 수 있을 것이다. 측두부위에 존재하는 얼굴신경이나 귓바퀴관자신경은 해부학적 위치상으로 아주 얕은층에 위치하기 때문에 많은 주의를 기울일 필요는 없다. 또한 측두근의 기능적, 형태적 관점을 고려할 때 자입점은 앞쪽, 가운데, 뒤쪽에 총 3군데 이상이 필요하며, 그 위치는 보툴리눔 독소의 작용기전을 감안하면 신경말단 분포가 많은 부위로 설정하는 것이 좋고 되도록이면 측두근 힘줄의 위치는 피하는 등 그 주변 해부학적 구조물의 위치관계를 잘 고려하여 결정해야 한다.

References

1. Zhou JY, Wang D. An update on botuliunm toxin A injection of trigger points for myofascial pain. Curr Pain Headache Rep 2014;18:386.
2. Aurora SK, Dodick DW, Turkel CC, DeGryse RE, Silberstein SD, Lipton RB, Diener HC, Brin MF; PREEMPT 1 Chronic Migraine Study Group. OnabotulinumtoxinA for treatment of chronic migraine: results from the double-blind, randomized, placebo-controlled phase of the PREEMPT 1 trial. Cephalagia 2010;30:793-803.
3. Ko GS, Kwak HH, Kim GC, Kim MS, Kim SH, Kim HJ, Kim HJ, Park GP, Park BG, Park BS, Bae YC, Lee YH, Lee EJ, Lee HS, Jeong HS, Cho SW, Cho US, Huh GS. Textbook of the gross anatomy. 1st ed. Seoul; Hyunmoonsa; 2007. p. 331-71.
4. Agur AM. Grant's atlas of anatomy. 9th ed. Maryland; Williams and Wilkins; 1991. p. 494-505.
5. Abrahams PH, Marks Jr SC, Hutchings RT. McMinn's colour atlas of human anatomy. 5th ed. Edinburgh; Mosby; 2003. p. 48-57.
6. Gaudy JF, Zouaoui A, Bravetti P, Charrier JL, Laison F. Functional anatomy of the human temporal muscle. Surg Radiol Anat 2001;23:389-98.
7. Geers C, Nyssen-Behets C, Cosnard G, Lengelé B. The deep belly of the temporalis muscle: an anatomical, histological and MRI study. Surg Radiol Anat 2005;27:184-91.
8. Bénateau H, Alix T, Labbé D, Elissalde JM, Salamé E. Anatomic study of the tendinous insertion lamina of the temporalis muscle. Surg Radiol Anat

2004;26:281-4.
9. Burggasser G, Happak W, Gruber H, Freilinger G. The temporalis: blood supply and innervations. Plast Reconstr Surg 2002;109:1862-9.
10. Nakajima H, Imanishi N, Minabe T. The arterial anatomy of the temporal region and the vascular basis of various temporal flaps. Br J Plast Surg 1995;48:439-50.
11. Elazab EE, Abdel-Hameed FA. The arterial supply of the temporalis muscle. Surg Radiol Anat 2006; 28:241-7.
12. Cvetko E. A case of an unusual arrangement of numerous tributaries to the middle temporal vein and its fenestration. Surg Radiol Anat 2013;35:355-7.
13. Gerwin R. Botulinum toxin treatment of myofacial pain: a critical review of the literature. Curr Pain Headache Rep 2012;16:413-22.
14. Chang Y, Cantelmi D, Wisco JJ, Fattab A, Hannam AG, Agur AM. Evidence for the functional compartmentalization of the temporalis muscle: a 3-Dimensional study of innervations. J Oral Maxillofac Surg 2013;71:1170-7.

측두근 보툴리눔 독소 주사 시 고려해야 할 해부학

이원강, 최영찬, 홍정훈, 김성택*
연세대학교 치과대학 구강내과학교실

만성 편두통 치료법으로 보툴리눔 독소가 2010년 미국 FDA에 승인된 이후 임상에서 널리 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 각 주사점에 관한 확실한 정의와 주의사항에 관한 지침이 없는 것이 현실이다. 따라서 본 연구는 측두근 주사 시 주의해야 할 해부학적 구조물에 대해 정확한 해부학적 지식과 안전하게 주사할 수 있는 영역에 관해 지금까지 보고된 문헌들을 토대로 자세히 고찰하고자 한다.

(구강회복응용과학지 2014;30(3):231-7)

주요어: 보툴리눔 독소; 만성 편두통; 측두근; 해부학적 구조

*교신저자: 김성택
(120-752) 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 치과대학 구강내과학교실
Tel: 02-2228-3110 | Fax: 02-393-5673 | E-mail: k8756050@yuhs.ac
접수일: 2014년 6월 16일 | 수정일: 2014년 8월 11일 | 채택일: 2014년 8월 12일