

삼킴(연하) 과정에 관련된 해부생리학적 고찰

컬럼비아 치과의원

이지나

ABSTRACT

Anatomy and physiology of swallowing process

Columbia Dental Clinic

Jina Lee, DDS, MA, PhD

Food intake and swallowing are complicated and intriguing series of movements involving voluntary and involuntary activities of cranial and spinal nerves and muscles. They have two most important functions, that is, food passage from the oral cavity to stomach and airway protection. Tongue, buccinators, and hyoid bone and its muscular attachments are anatomic structures for swallowing of special interests. The swallowing process of liquid is commonly divided into oral preparatory, oral propulsive, pharyngeal, and esophageal stages according to the location of the bolus. The movement of the food in the oral cavity and to the oropharynx differs between eating solid food and drinking liquid.

Key words : anatomic structures for swallowing, swallowing stages, tongue, buccinators, hyoid bone

Corresponding Author

이지나

E-mail : jinalinton@hotmail.net

서론

음식을 섭취하고 삼키는 것은 뇌신경들과 척수 신경, 근육들이 연관되어 수의적, 불수의적으로 일어나는 복잡하고 흥미로운 일련의 운동들이다. 이런 과정은 구강에서 위 까지 음식을 보내는 역할과 그 과정에서 기도를 보호하는 두 가지 중요한 기능을 가지고 있

다. 혀, 혀근, 설골과 설골에 부착된 여러 근육은 삼킴 과정에 중요한 해부학적 구조들이다. 액체를 삼키는 과정은 일반적으로 1) 구강기, 2) 인두기, 3) 식도의 3단계로 설명된다. 고형 음식물을 삼키는 과정은 액체를 삼키는 과정과 다르다¹⁾. 정상적인 삼킴의 해부학적 이해가 삼킴장애를 연구하는 기본이 된다.

정상적인 삼킴

삼킴은 복잡, 미묘한 현상이며, 의지적인 동작과 반사적, 혹은 자율적인 동작이 혼합적으로 일어난다. 하루에 총 연하 회수는 평균적으로 약 600회이다. 그중 200번이 먹고 마시는 동안 일어나고, 깨어있는 동안 음식 없이 하는 '마른 삼킴' (empty swallow, 주로 입에서 타액을 제거하는 것)의 회수는 350번, 잠자는 동안에 50번 정도 일어난다.

공기는 비강, 비 인두(nasopharynx), 후두를 통과하여 기관지를 거쳐 폐로 전달된다. 음식과 액체는 구강을 통해 뒤로 넘어가서 공통 통로인 구강 인두(oropharynx)에서 공기의 흐름과 통합되었다가 후두 인두(laryngopharynx)에서 후두개(epiglottis)에 의해 다시 분리된다(그림 1). 후두개는 설골(hyoid)에 연결되어 있는 부드러운 연골 구조로서 음식과 액체가 전방의 기도로 내려가지 않게 분리막 역할을 하여 뒤쪽의 식도를 거쳐 위로 내려가게 한다. 후두개 이외에 입술, 연구개, 성대, 상부식도 괄약근의 다섯개 닫는 장치가 삼킴에 관여하고 있다.

삼킴에 관련된 주요 해부학적 구조물

삼킴에 관련된 해부학적 구조물들은 구강, 인두, 후두 및 식도에 있는 55개의 근육, 6개의 두개골 신경(제5, 7, 9, 10, 11, 12번), 2개의 경추 신경뿌리 및

중추 신경계 내 연하센터 등이 있다(표 1).

협근(buccinator muscle)

협근은 저작근들 안쪽 깊숙히 위치해 있으며, 음식물을 뺨에 압착시키거나 치아 위로 올리고, 뺨을 팽팽하게 유지시켜 음식물이 혀에 의해 밀려나오게도 하고 공기가 밀려나오게도 한다²⁾. 즉 혀와 협근의 상호작용은 음식물을 반복적으로 교합면위에 올려놓아 저작을 돕는다. 협근은 협인두근막(buccopharyngeal fascia)과 볼지방체(buccal fat pad)로 덮혀있고, 이하선관(parotid duct)이 관통해 간다(그림 2).

섭식, 연하 과정은 음식물을 인지하고 저작하여 식도를 형성한 후 삼키는 과정을 포함하며, 1) 인지기, 2) 준비기, 3) 구강기, 4) 인두 준비기, 5) 인두기, 6) 식도기의 6단계로 나뉜다. 삼킴의 과정은 1) 구강기, 2) 인두기, 3) 식도기의 3단계로도 나뉜다. 섭식, 연하 과정의 준비기와 구강기에서 협근의 대표적인 움직임은 이하선관을 조였다가 펴주었다가 하면서 침샘의 분비를 촉진하는 역할, 혀와 협동하여 음식을 치아위에 올려주는 두가지가 있다.

혀(tongue)

혀는 설골에 부착되어 있으며 자유자재로 움직이는 전방부는 구강과, 움직임이 적은 후방부는 인두와 접

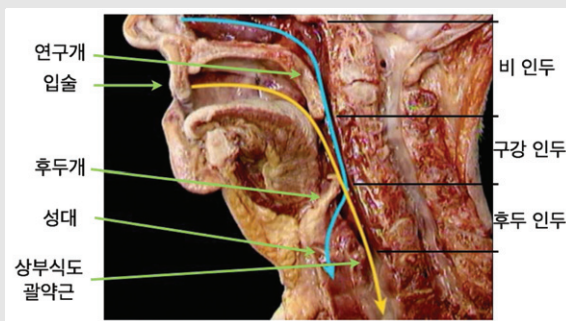


그림 1. 삼킴과 관련된 해부학 구조의 단면도

임상가를 위한 특집 1

표 1. Innervation of major muscles related to swallowing

Cranial nerves	Muscles
Trigeminal Nerve (V)	Masticatory muscles Mylohyoid Tensor veli palatini Anterior belly of digastrics
Facial Nerve (VII)	Facial muscle Stylohyoid Posterior belly of digastrics
Glossopharyngeal Nerve (IX)	Stylopharyngeus
Vagus Nerve (X)	Levator veli palatine Palatopharyngeus Salpingopharyngeus Intrinsic laryngeal muscles Cricopharyngeus Pharyngeal constrictors
Hypoglossal Nerve (XII)	Intrinsic tongue muscles Hyoglossus Geniohyoid Genioglossus Styloglossus Thyrohyoid

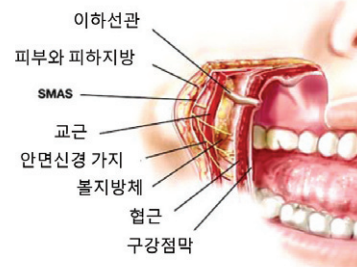
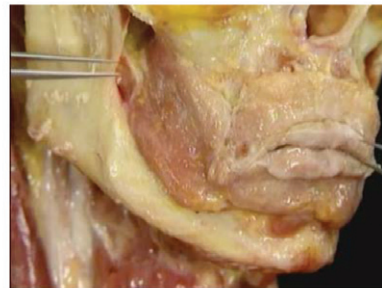


그림 2. 협근은 상악악 치조골에서 기시하기 때문에 볼에 공기를 넣거나 음식을 치아와 치조골쪽으로 밀어붙이는 역할을 하기에 적합하다. 또 수축과 이완의 주기적 반복은 협근을 관통하는 이하선에서 침을 분비하게 한다.

해 있다. 턱의 상하 움직임과 함께 혀도 전후, 상하로 움직인다^{3~5)}. 입을 크게 벌리면 혀는 최전하방으로 움직이고 입을 다물기 시작할때 뒤로 움직인다. 이런 혀의 움직임이 저작시 혀의 깨물림을 방지한다. 협근과 함께 음식을 치아 교합면에 올릴때 혀는 회전하면서 좌우로 움직인다. 이러한 다양하고 다각적인 혀의 움직임은 섭식, 연하 과정의 준비기, 구강기, 인두 준비기에 관여한다.

혀는 구강의 거의 전체를 채워서 측두방사선이나 MRI 영상에서 혀등이 경구개와 연구개에 닿고있는 것이 정상이다. 설소대 단축증이 있으면 혀의 자유로운 움직임이 방해받을 수유나 발음에 어려움이 발생하게 되는데 수술로 쉽게 해결된다. 그런데 혀의 움직임을 제한하는 원인은 설소대 만이 아니다. 그림 3-3에 예를 보면 흔히 보는 설소대 단축증이 아닌 다양한 형태의 혀유착증이 있다. 혀를 구성하는 여러 근

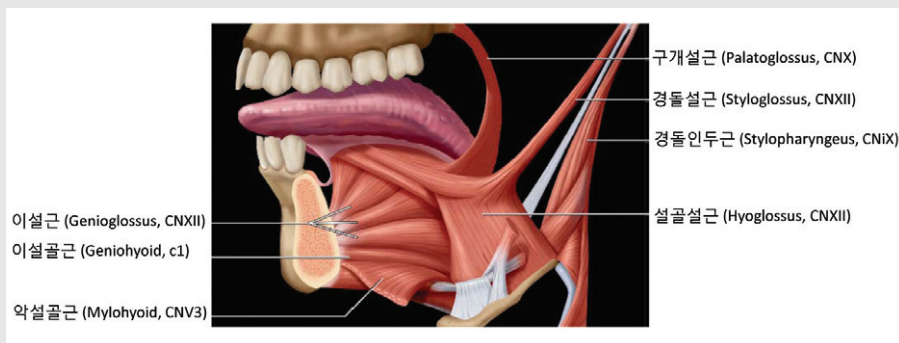


그림 3-1. 혀에는 내재적 근육외에 두개골, 상악골, 하악골, 설골에서 기시해서 혀에 도달하는 외재적 근육이 있다.

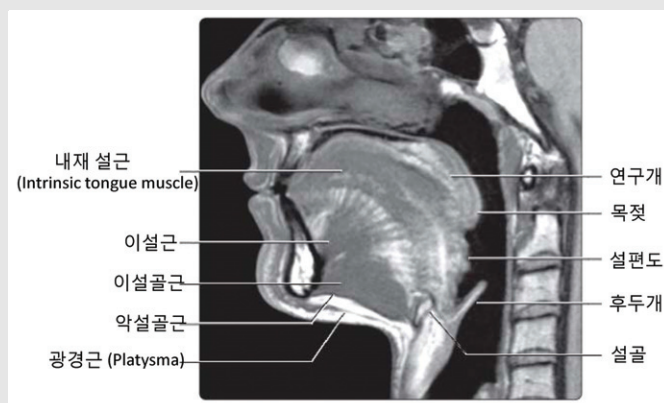


그림 3-2. 측면에서 관찰한 MRI 영상에 나타나는 삼킴과 관련된 구조들



그림 3-3. 설소대 단축증과 여러 형태의 혀 유착증의 예

육들이 원인이 되어 혀의 측면이나 등면에 보이는 비 정상적인 주름골을 만들거나 혀의 긴장을 야기한다 (그림 3-4). 이런 환자들의 경우 청년기에는 혀의 제

한된 움직임을 다른 부위의 보상작용으로 생활할수 있으나 노년 시기에는 섭식, 연하 장애로 나타날수도 있다.

임상가를 위한 특집 1

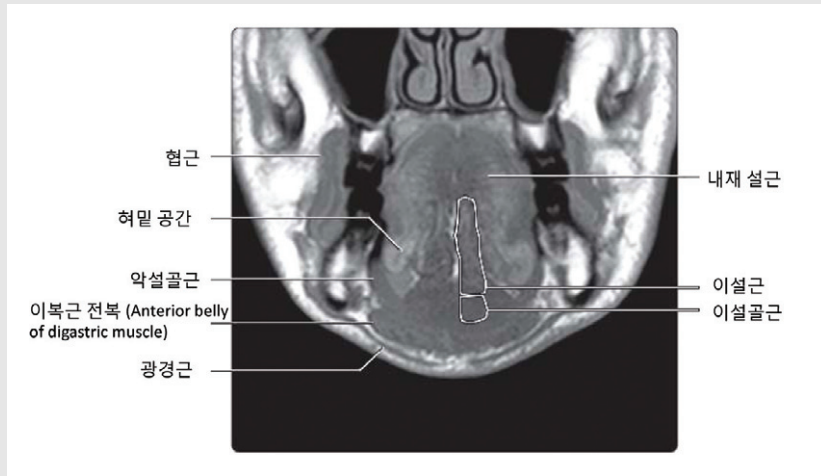


그림 3-4. 횡단면에서 관찰한 MRI 영상에 나타나는 삼킴과 관련된 구조들. 혀의 뒤쪽과 측면에 부착하는 근육들이 다양한 형태의 혀유착의 원인이 될수 있다.

설골(Hyoid bone)

설골은 삼킴과 관련된 근육과 인대를 제외하고는 다른 뼈와 연결되지 않은 유일한 뼈로 주요 기능은 앞쪽에 혀의 뿌리를 고정시키는 구조로서 혀의 움직임을 조정하는 역할, 뒤쪽으로는 하악골과 가장 큰 후두 연결인 성대 사이에 위치하면서 상부식도괄약근을 여는 역할과 후두개를 기울이는 역할은 하는것으로 알려져 있다.

삼킴과정에서 혀의 움직임과 턱의 움직임이 연결되어 있고, 설골의 움직임은 혀의 움직임과 연결되어 있다. 가장 크게 턱이 벌어졌을때 혀와 설골이 가장 하방으로 이동해있고, 상하악이 가장 가까운 위치에 왔을때 혀와 설골은 최상방에 위치한다^{6, 7)}.

설골은 처음에는 상방으로, 그후 전방으로, 그리고 원래의 자리로 곡선을 그리며 돌아온다는 주장과, 전상방으로 올라갔다가 제자리로 직선적인 움직임을 한다는 주장이 있다. 최근에는 초기에 후상방으로 올라갔다가 전상방으로 더 올라간 후 내려온다는 모델도 제시되었다(그림 4).

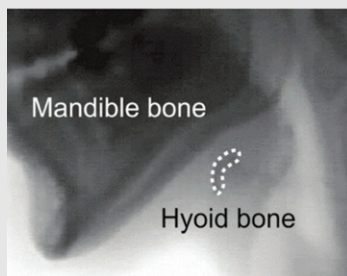
후두개는 설골과 갑상연골과 연결되어있다. 삼킴시

설골과 인두가 상방으로 올라가면서 후두개는 기도를 막는 효과를 가져온다. 신생아의 설골의 위치는 매우 높아서 연구개와 후두개가 거의 닿아있다(그림 5). 성장하면서 설골과 인두는 하방으로 위치하게되고 연구개와 후두개는 서로 닿지않게 된다. 노년기가 되면 설골의 위치는 청년기에서 보다 더 하방으로 내려가 있다. 노화로 인해 근육이 약화되고 설골의 움직임이 느려지는데 이동해야할 거리는 더 멀어져서 삼킴장애의 원인으로 작용할수도 있다.

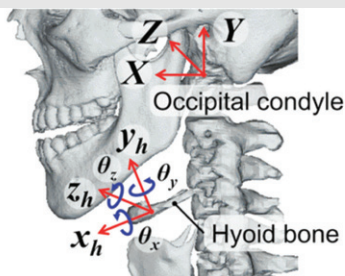
삼킴의 단계

삼킴의 단계는 액체가 구강 인두의 감각신경을 자극하면서 반사적으로 시작되는 인두기를 포함해서 일반적으로 구강기, 인두기, 식도기의 세개의 단계로 구분되어왔다. 구강기는 다시 구강준비기와 구강운반기로 세분된다(그림 6).

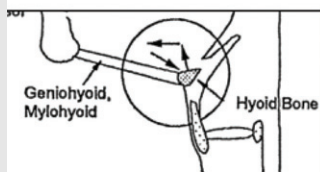
액체를 삼킬때와는 달리 고형음식을 먹을때, 잘게 부숴지고 침에 적셔진 식도가 구형을 넘어 구강인두에서도 만들어지기도 하고, 인두기가 바로 시작되지 않고 몇초간 지연되기도 한다. 또 이 과정 중에 구강에서



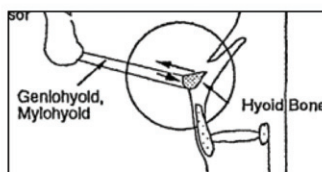
4-1. 삼킴 과정의 비디오 형광 투시 영상



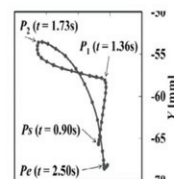
4-2. CT 영상과 설골 움직임의 영상



4-3. 삼각형(상, 전, 후하방) 운동 도식



4-4. 직선(전, 후) 운동 도식



4-5. 후상, 전상, 후하방 운동 도식

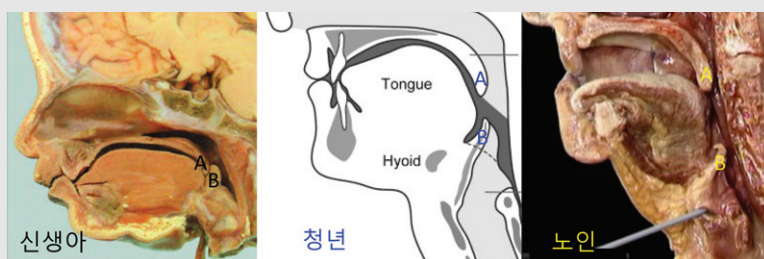


그림 5. 신생아, 청년, 노년시기의 연구개(A)와 후두개(B)의 간격

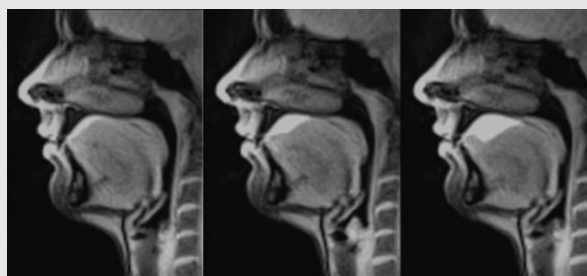


그림 6-1. 구강준비기. 액체가 혀의 앞면과 구개면 사이에 잡혀있는데, 액체가 새지않도록 혀의 앞과 뒷면이 구개에 밀착되어 있다.

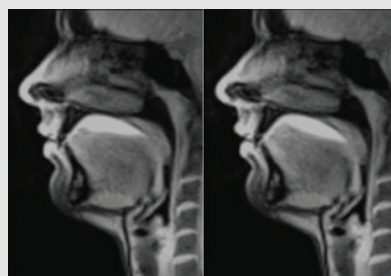


그림 6-2. 구강운반기. 혀의 앞이 상악전치 뒤편 구개를 밀면서 혀의 뒤는 구개에서 하방으로 떨어지면서, 액체는 구강에서 구협(fauces)을 통해 인두로 밀려간다.

임상가를 위한 특집 1



그림 6-3. 인두기. 연구개는 위로 돌리면서 비강으로 음식이 넘어가지 않도록 비인두를 막고, 혀와 구개의 접촉면은 점점 뒤로 퍼지면서 액체를 1)인두쪽으로 짜낸다. 인두는 전상방으로 움직이고 후두개는 뒤쪽으로 기울어져 2)기도를 보호한다. 상부식도괄약근이 열리고, 설근(tongue base)이 뒤로 움직여 인두벽과 닿으려 한다. 인두벽은 상부에서 부터 아래쪽으로 진행되며 액체 주위에서 수축해 식도로 넘어가도록 한다. 인두기는 매우 빨리 일초 이내에 일어난다.

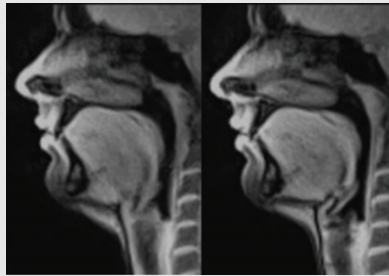
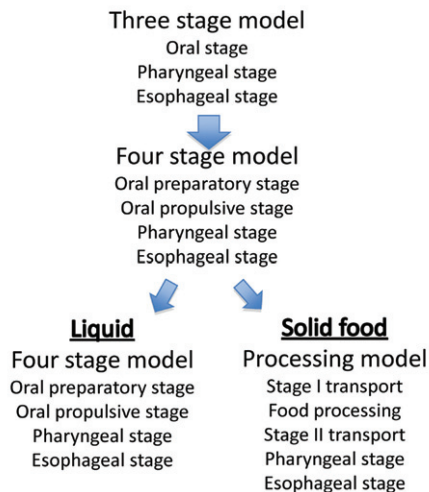


그림 6-4. 식도기. 상부식도괄약근이 열리고 음식이 식도로 들어가 통과하는 과정인데 이 괄약근의 이완은 1)윤상인두근(cricopharyngeous muscle)의 이완, 2)설골상근(suprahoid muscles)과 갑상설골근(thyrohyoid muscles)의 수축으로 인한 설-후두의 전방이동, 3)식도에 의한 압력에 의해 일어난다. 연구개가 제 위치로 내려오고, 인두와 후두도 다시 열린다. 액체가 지나간 후 상부식도괄약근이 원래의 닫힌 상태로 돌아가고, 식도는 불수의적 연동운동에 의해 위로 들어가고, 하부식도괄약근은 긴장상태로 들어가서 음식이 식도로 역류되는 것을 막는다.

는 새로운 음식이 저작되기도 하고, 일부는 구강인두로 넘어가서 씹이기도 한다. 이렇게 고형음식의 삼키는 구강준비기, 구강추진기, 인두기가 동시에 나타나

기도 하기 때문에 네단계모델(Four stage model)로 설명할수 없어서 추진모델(Processing model)로 설명한다(표 2).

표 2. 삼킴의 패러다임 변화



고형음식이나 고형과 액체를 같이 먹을때 일차운반기(Stage I transport) 에서 혀가 옆으로 돌면서 음식을 견치 후방 하악 치아들 교합면에 올린다. 식괴형성기(Food processing)에 삼키기에 적합한 형태가 될때까지 음식은 부수고 적시는 과정이 반복적으로 일어나는데, 이때 하악골, 혀, 협근, 연구개, 설골이 상호조정하면서 이 과정을 수행한다(그림 7). 액체삼킴과정과는 달리 연구개와 혀는 목의 뒤쪽을 막지않고 열려있는 상태로 둔다. 이차운반기(Stage II

transport)는 액체삼킴과 비슷하게 혀가 식괴를 구개에 대고 목쪽으로 밀어내 혀의 인두쪽 면과 후두개곡(Valleculae)에 쌓아 놓는 과정이며, 이때 아직 구강에 음식이 남아있으면 식괴형성이 동시에 일어난다. 식괴가 구강인두에 쌓였다가 인두기로 이행되는 시간은 '순간' 에서 10초까지 걸릴수 있다.

이상 정상적인 성인에서 일어나는 연하 과정에 관련된 해부학적 구조물과 그 생리적 역할을 간단히 정리해보았다.

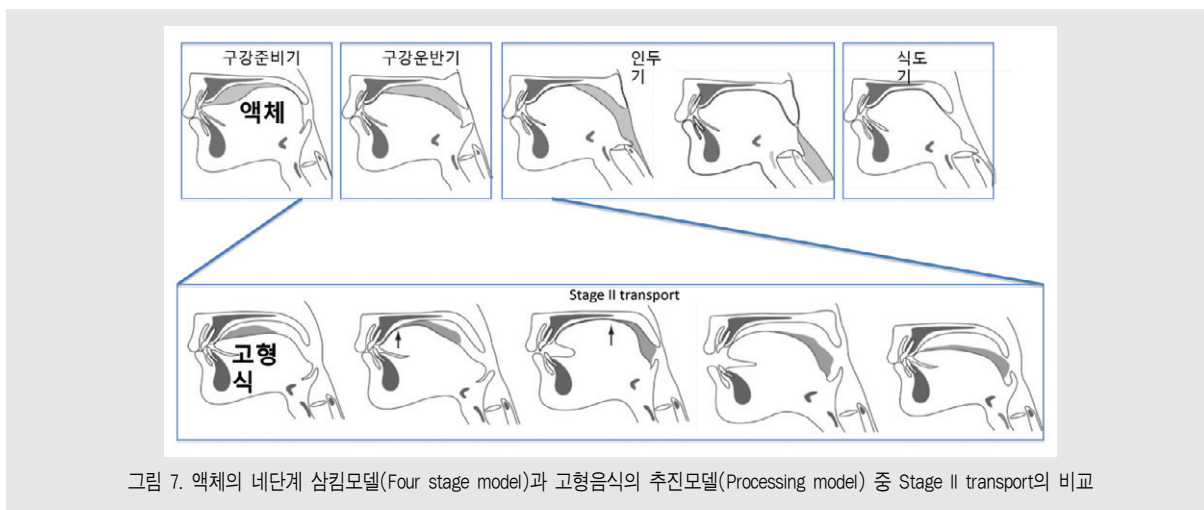


그림 7. 액체의 네단계 삼킴모델(Four stage model)과 고형음식의 추진모델(Processing model) 중 Stage II transport의 비교

참 고 문 헌

1. Palmer JB, Monahan DM, Matsuo K. Innervation of major muscles related to swallowing. Rehabilitation of Patients with Swallowing Disorders. In: Braddom R (Ed): Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: Elsevier, 2006, pp. 597-616.
2. Matarasso A. Managing the Buccal Fat Pad. Aesth Surg J 2006;26(3):330-336.
3. Palmer JB, Hiemae KM, Liu J. Tongue-jaw linkages in human feeding: a preliminary videofluorographic study. Arch Oral Biol. 1997;42(6):429-441.
4. Mioche L, Hiemae KM, Palmer JB. A postero-anterior videofluorographic study of the intra-oral management of food in man. Arch Oral Biol. 2002 Apr;47(4):267-280.
5. Tongue, Hamsberger HR, Auvenshine RC, Pettit NJ: S Tamimi D, Hatcher D: Section 2: Anatomy in temporomandibular joint, Specialty imaging: pp.120-123.
6. Kendall KA, Leonard RJ. Hyoid Movement during swallowing in older patients with dysphagia. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2001;127(10):1224-1229.
7. Ishida R, Palmer JB, Hiemae KM. Hyoid motion during swallowing: factors affecting forward and upward displacement. Dysphagia. 2002;17(4):262-72.