

◆ 임상가를 위한 특집 68

》Symposium (IV) [해외연수자 발표]《

I. 저작운동의 조절에 대한 감각신경의 역할.....	김 중 수
II. 보철을 위한 구강외과적 처치 및 Hydroxylapatite의 임상 응용	신 호 근
III. Segmented Arch Techique에 의한 최신 교정치료법 (I)	박 영 철
IV. 골 일체성 매식.....	양 재 호

本 臨床家を 위한 特輯은 지난 1985年 10月25~26日 兩日間에 걸쳐 서울 Hilton Hotel大會 議場에서 行한 大韓齒科醫師協會 第37回 綜合學術大會 席上에서 發表한 Symposium全文을 收錄, 日常 患者施療 課程에 많은 參考가 되시기를 바라는 뜻에서 試圖한 것이며, Symposium I~IV, 패널토의 I~II까지 原稿接受順으로 掲載할 豫定이다. (편집자 주)

I. 저작운동의 조절에 대한 감각신경의 역할

서울대학교 치과대학 구강생리학교실

부교수 김 중 수

저작은 호흡, 사지운동과 같은 율동성 운동의 하나로 이들과 많은 유사점을 가지고 있으며 그 기본 형태는 central pattern generator (CPG)라 불리는 중추신경에 의해 이루어진다. 대뇌피질이 제거된 동물에서 뇌간(brainstem)이 존재하면 호흡, 저작, 연하와 같은 운동이 일어나는 것으로 보아 CPG는 뇌간 또는 연수에 있는 것으로 알려져 있다. CPG는 스스로 율동성을 가지고 활동하기도 하나 고위중추신경이나 감각성 정보에 의해 활성화된다. 저작운동은 대뇌피질의 운동영역이나 시상(thalamus)과 시상하부(hypothalamus), 변연계 및 중뇌 망상체를 자극하면 CPG를 활성화 시킴으로서 저작운동을 일으킬 수 있으며 입술, 치아 또는 구강내를 자극하여도 저작을 야기시킬 수 있다. 이러한 감각성 흥분의 되먹이작용으로 사람들은 음식물의 종류에 따라 저작형태나 저작력 및 저작빈도를 변화시

키게 되며, 감각수용기의 작용으로 입안에 있는 음식물의 위치, 형태, 성상 등을 알게 된다. 그러나 저작중에는 구강내와 안면에 있는 감각수용기가 흥분하게 되고 이들의 흥분 전달에 저작활동이 영향을 주며 저작주기에 따라 활성화되는 감각수용기가 차이를 보인다.

본문에서는 저작활동 조절에 영향을 주는 감각성 인자를 고찰하고 저작활동과 감각수용기와의 관계를 설명코저 한다.

1. 근방추의 역할

근방추는 근육의 길이변화에 따라 반응하는 신장수용기로서 주로 교근, 측두근 및 내익물근같은 폐구근에 많이 존재하며 근육의 길이변화에 대한 정보를 중추신경에 전달하는 역할을 하는데 그 구조는 그림 1과 같다. 근방추는 개구근에는 일반적으로 거의 존재하지 않으나 사람의 의익물근에서는 상당

히 발견되고 있다. 근방추는 폐구반사(jaw closing reflex)의 수용기로, 감각신경의 세포체는 삼차신경 중뇌핵에 존재하며, 근육의 길이가 늘어나면 흥분하여 구심성 활동전압이 삼차신경 중뇌핵을 거쳐 삼차신경 운동핵에 전달되면 α -운동신경을 통해 폐구근수축을 일으키는데 근방추를 통해 일어나는 폐구반사는 하악의 안정위를 유지하는데 매우 중요하다. 폐구반사에 관여하는 근방추의 구심성 흥분 발생, 알파-운동신경 및 감마-운동섬유의 활성도는 저작주기와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 그 관계를 그림 2에 표시하였다. 근방추의 2차 구심성 신경(secondary afferent)은 흥분발생빈도가 개구와 폐구운동시 근육의 길이와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 일차 구심성 신경(primary afferent)은 개구운동이 시작될 때 활성도가 증가하는데 이것은 폐구중에 관찰되는 동적 감마운동뉴런(dynamic γ -motoneuron)의 긴장성 흥분발생으로 길이변화에 대한 근방추의 예민성이 강화되었기 때문이다. 만일

폐구운동속도가 매우 빠르면, 방추의 근섬유(extrafusal fiber)의 수축이 방추내 근섬유(intrafusal fiber)보다 빨리 일어나 이들사이에 시간차가 있기 때문에 근방추는 흥분발생이 정지하게 된다. 그러나 치아가 접촉하면 하악의 운동속도가 감소하며 이때 일차 구심성섬유의 활동이 커지게 된다. 폐구운동이 빨리 일어날 때 정지하는 근방추의 작용을 방추내 근섬유의 수축으로 회복시켜주는 것이 감마-운동신경인데 이 신경도 정적 감마운동뉴런과 동적 감마운동뉴런으로 구분되는데 동적 감마운동뉴런은 폐구운동시 알파-운동뉴런같이 활성화되고 동적 감마운동뉴런은 전체 저작주기동안 계속적으로 흥분을 발생시킨다. 이와같이 감마-운동뉴런이 활동함으로써 근방추의 길이 변화에 대한 예민성을 높여주게 되며, 감마운동 뉴런의 활동을 높여주는 원인이 생기면 근방추의 작용이 지나치게 강화되어 약간의 근육길이변화에 대해서도 반사적으로 과도한 저작근의 수축을 야기하기 때문에 근육의 피로 등을 초래할 수 있다.

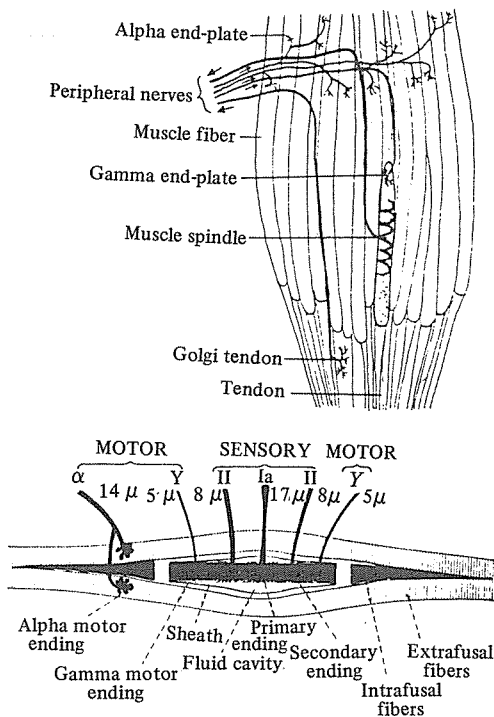


그림 1. 저작근에 분포하는 근방추의 구조. α 운동신경을 통해 골저근의 수축이 일어나고 γ 운동신경의 작용으로 방추내근섬유(intrafusal fiber)가 수축한다.

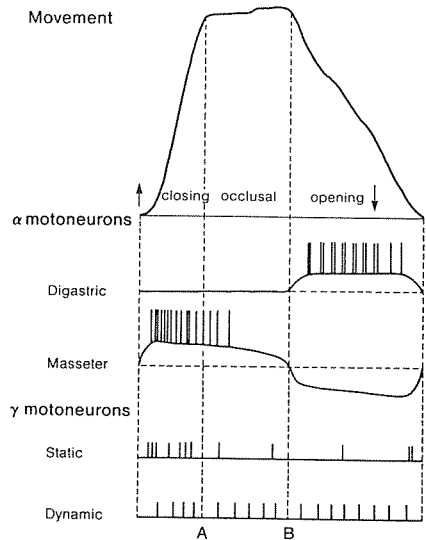


그림 2. 하악운동 주기에 따른 α 및 γ 운동신경의 활동도 변화. 폐구와 교합상에서는 교근의 운동신경이 흥분하고 악이복근 운동신경은 억제되지 않는다. 그러나 개구시 악이복근은 흥분하나 교근의 운동신경은 억제받는다. 교근의 γ 운동신경은 정적(static) γ 운동신경은 폐구시 활동이 증가하고 동적(dynamic) γ 운동신경은 저작주기의 전반에 걸쳐 활동한다.

2. 치근막 감각수용기

치근막에는 치아에 가해지는 힘에 의해 반응하는 기계적 수용기가 존재하는데 이 수용기의 성질은 매우 다양하여 어떤 수용기는 치아에 작은 기계적 자극을 가하거나 치아의 이동이 조금만 있어도 쉽게 반응하나 큰 압력이 가해졌을 때에 반응하는 수용기도 있다. 치근막 수용기는 외부자극에 대해 순응이 느린 것(slow adapting receptor)과 빠른 순응을 보이는 수용기(rapid adapting receptor)가 있는데 순응이 느린 수용기는 자발적인 흥분발생을 보일 수 있고 또 힘이 작용하는 방향에 따라 반응이 증가하거나 감소한다. 순응이 빠른 수용기는 치아선회축이 있는 시기에 일시적으로 반응하고, 순응이 느린 수용기는 저작주기의 교합상에서 지속적으로 작용한다(그림 3). 치근막에 있는 기계적 수용기의 세포들은 삼차신경절(Gasserian ganglion)에 있으나 일부 수용기는 세포체가 삼차신경 중뇌핵에 존재하고 있다. 치근막 수용기는 수의적인 저작운동시 저작력을 조절하는데 중요하며, 개구반사(jaw opening reflex)에도 관여한다. 개구반사는 구강내에 가해지는 유해자극에 의해 일어나는 반사인데, 저작중 치근막에 과도한 압력이 가해지면 폐구근의 작용을 억제시키고 개구근의 작용을 증가시키는 개구반사를 일으킨다.

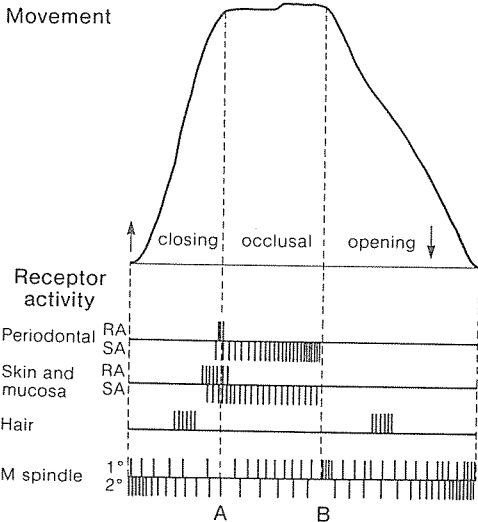


그림 3. 저작주기와 감각성 수용기의 활동관계.

M spindle 1° : 근방추의 Ia구심신경

2° : 근방추의 II구심신경

3. 구강점막 및 안면 감각수용기

구강점막과 안면의 피부에 있는 기계적 수용기도 순응이 빠른 것과 느린 것이 있는데 모두 교합상에서 일시적 또는 지속적인 반응을 보인다. 구각부나 입술에 있는 기계적 수용기는 신장(stretch)되거나 접촉이 있으면 흥분하며, 입술, 혀, 혀 및 치은에 있는 점막의 기계적 수용기는 음식물이 접촉될 때 작용을 나타내어 악골에 대한 혀, 입술의 위치를 알아내고 또 치근막 수용기와 같이 작용하여 구강내의 음식물 위치를 인식하는데 중요하며, 구강점막과 안면에 가해지는 유해자극은 저작근 운동회과 CPG에 작용함으로써 저작운동을 조절하게 된다.

4. 악관절 수용기

악관절의 감각수용기는 측두이개신경, 심부측두신경 및 교근신경이 지배하는데 측두이개신경은 악관절의 후방에, 교근신경과 심부측두신경은 전방부에 분포하고 있다. 악관절의 수용기는 악관절의 위치, 하악과두의 운동방향 및 속도를 조절하는데 중요하며, 하악운동의 속도에 비해서 근방추와 같이 흥분발생빈도가 증가한다. 그리고 악관절의 수용기도 하악과두의 위치가 변화할 때 일시적으로 반응하는 수용기(rapid adapting receptor)와 위치변화시 지속적으로 반응하는 수용기(slow adapting receptor)로 분류되는데(그림 4) 이들 수용기는 삼차신경절을 통해 감각성 정보를 연수에 있는 삼차신경 주감각핵과 척수 감각핵 문층핵에 보낸다. 폐구근의 신장에 의해 일어나는 폐구근의 운동신경활동은 악관절 피막의 후반부를 자극하거나 하악과두를 근육과 분리한 후 과두만을 개구방향으로 움직이면 억제되며(그림 4), 악관절의 동통을 수의적인 하악운동을 억제하는데 일반적으로 악관절에 가해지는 과도한 자극은 개구반사를 일으키는 원인이 된다.

5. 감각신경의 흥분전달과 저작운동의 관계

저작운동을 하고있는 동안 발생하는 감각신경의 흥분전달은 감각신경세포의 종류와 저작주기에 따라 상이한데, 약한 자극에 반응하는 감각신경의 흥분성은 저작운동시 전 주기에 걸쳐 억제되거나 강한 자극에 반응하는 신경세포는 그 흥분성이 폐구기와 교합상에서 증가하고 개구기에는 감소하는 변화를 보인다. 그리고 악안면 영역의 자극에 의해 일어나는 개구반사도 저작주기와 상관관계를 가지는데 약한 자극에 의해 일어나는 개구반사는 저작동안 긴 데 중요한 의미를 가진다(그림 5).

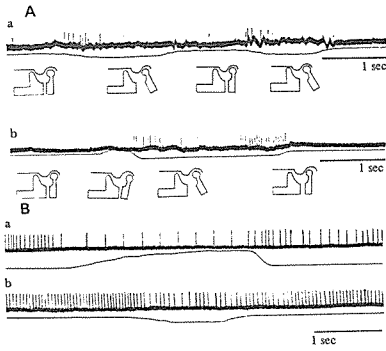


그림 4. 악관절의 수용기(A)와 교근 운동신경에 미치는 악관절의 감각자극.
 A : 악관절 위치 변화시 작용하는 순응이 빠른 수용기(a)와 순응이 느린 수용기(b).
 B : 악관절을 압박하였을 때(a)와 악관절을 개구방향으로 움직이면(b)교근의 운동신경 활성도가 억제된다.

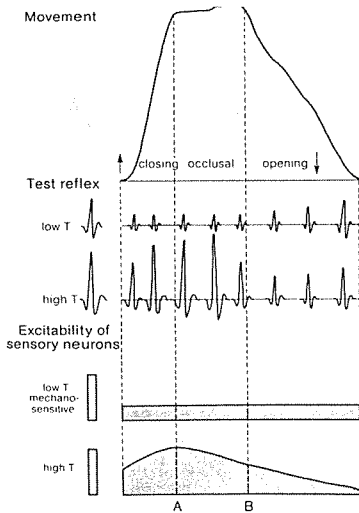


그림 5. 저작주기와 감각신경의 흥분성 및 개구반사의 변화.

6. 감각신경과 저작의 상호관계

앞에서 기술한 바와같이 저작운동에 미치는 감각신경의 역할과 감각신경 흥분전달에 대한 저작운동의 관계를 고려하여 그림 6과 같은 모델을 생각할 수 있다. 악안면에 가해지는 기계적 수용기나 유해 자극에만 반응하는 수용기는 CPG에 영향을 주게 되며, CPG는 악이복근 운동핵과 교근 운동핵에 영향을 준다. 그리고 감각수용기에서 유래되는 흥

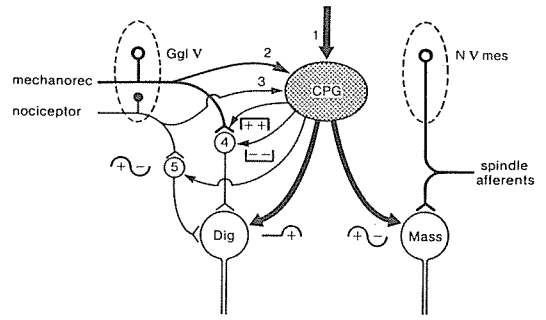


그림 6. 교근과 악이복근 운동신경에 영향을 주는 감각 수용기와 CPG의 작용모델.
 근방추의 구심성 흥분은 삼차신경 중뇌핵 (NV mes)을 통해 교근 운동신경에 작용하고, 기계적 자극이나 유해자극은 CPG에 영향을 주어 저작근 운동신경에 작용하거나 중간 뉴론을 통해 악이복근 운동신경에 작용한다. 이때 CPG는 기계적 수용기의 중간 뉴론에 시냅스전억제 ([-]) 또는 시냅스후억제 ([-]) 작용을 나타내거나 유해자극에 반응하는 수용기에 대해서는 위상성 (+)으로 영향을 준다.

분은 중간뉴론을 거쳐 개구근에 작용함으로써 개구반사를 일으키며, CPG의 작용이 감각성 흥분의 전달에 영향을 준다. 약한 자극에 의해 일어나는 개구반사가 저작주기동안 억제되는 사실로 보아 CPG는 이 수용기의 흥분전달을 중간뉴론에서 시냅스전억제 또는 시냅스후억제를 통해 작용하며, 유해자극에 반응하는 수용기의 흥분전달에는 중간뉴론에 위상성으로 작용하는 것으로 생각되나 이러한 중간뉴론에서의 CPG의 영향에 대한 직접적인 증거를 기록하는 것이 요구된다.

결 론

중추신경 또는 말초조직의 자극으로 일어나는 저작운동은 감각성 되먹이작용기전을 일으키며 여러 수용기의 작용으로 이루어진다. 하악이 개구운동을 할 때는 폐구근의 근방추를 통해서 폐구반사를 나타내고 저작중에 유해자극이 가해질 경우에는 개구반사를 일으키는데, 저작운동을 조절하는 기구는 이러한 반사활동을 통합해서 작용하는 바 저작운동에 영향을 줄 수 있는 감각성 흥분은 중추신경에 의해 영향을 받는데 이것은 운동신경핵에 전달되는 구심성 흥분의 전달을 조절함으로써 이루어질 수 있다.