

# 除腦 고양이 의 頸部 회전자극에 대한 上腕筋의 반응

원광대학교 의과대학 생리학교실 및 정형외과학교실\*

이 동 선\* · 박 병 립 · 김 상 수\*

**= Abstracts =**

## **Response of Brachial Muscles to Neck Rotation in the Decerebrate Cat**

Dong Sun Lee\*, Byung Rim Park and Sang Soo Kim\*

*Department of Physiology and Orthopaedic Surgery\*, Wonkwang University School of Medicine*

The role of cervical proprioceptors in the control of body posture was studied in bilaterally labyrinthectomized, decerebrate cats. The animals were suspended on hip pins with the neck extended horizontally. With this placement the EMG activities of extensor and flexor muscles of the upper extremities were observed by means of sinusoidal head rotator. The rotator can induce two kinds of neck movement: The one is "pitch" which describes a rotatory neck motion to transverse axis of the body and mainly occurs at skull-C1 (atlantooccipital) joint and the other is "roll", side-to-side rotation of the neck to longitudinal axis, whose center is C1-C2 (atlanto-axial) joint.

The following results were obtained.

- 1) Responses of EMG activity were closely dependent on the rotatory range of the neck. And the EMG activity was not changed during sustained neck torsion, eliciting a typical tonic neck reflex.
- 2) On pitching movement, the head-up rotation produced the excitation of bilateral triceps muscles, whereas the head-down rotation produced the inhibition. And the response of bilateral biceps muscles was the opposite to that of triceps.
- 3) On rolling movement, the side-up rotation of the head produced the excitation of ipsilateral triceps muscles and the inhibition of contralateral ones. And the response of biceps muscles was the opposite to that of triceps.
- 4) The minimum requirement of motion to evoke EMG activities in the upper extremities was 3.2° ~ 12.5°.

These results have shown that the cervical proprioceptors produce tonic discharge on the upper brachial muscles, regulate the EMG activities of those muscles, and are very sensitive to neck rotation. And it can be stated that the cervical proprioceptors may play an important role in the control of body posture and movement.

**Key Words:** Tonic neck reflex, Cervical proprioceptor, EMG, Brachial muscle, Sinusoidal rotation

### 緒 論

일상생활에서 頭部의 위치는 자세의 조절에 중요한 영향을 미친다. 頭部가 움직이면 前庭器官과 頸部를 자극시킴으로써 직접 또는 간접적으로 자세의

조절에 관여한다. 즉 개체가 두부를 어떤 방향으로 움직이거나 회전시킬 때에도 사지의 근육들이 반사적으로 반응하여 자세를 조절하는 역할을 한다.

Magnus(1924)는 최초로 두부운동과 사지운동과의 반사적 관계를 설명하였으며, 그후 Roberts(1978)의 주장이 현재까지도 널리 수용되고 있다.

즉 두부회전에 의하여 前庭器官이 자극되면 四肢의 운동을 초래하는 전정척수반사가 발생하여 개체의 회전방향과 반대측의 사지가 伸展되고 동측은 屈展된다. 또한 頸部가 자극되면 경척수반사로를 통하여 개체의 회전방향과 동측의 사지는 伸展을, 반대측은 굴전을 초래한다. 이처럼 사지근육에 대한 前庭反射와 頸反射는 개별적으로 작용할 경우 상호 반대적이지만 일반적인 두부회전으로 전정기관과 경부가 동시에 자극되는 경우에는 前庭反射와 頸反射가 종합되어 四肢筋肉의 운동에 특별한 변화를 초래하지 않으므로 體部에서 頭部를 자세의 변동없이 자유롭게 움직일 수 있다(Lindsay et al, 1976; Wilson et al, 1986; Dutia & Price, 1987).

자세의 조절에 대한 전정기관의 역할은 많이 알려져 왔으나(Wilson & Melvill Jones, 1979; Schor & Miller, 1981; Bilotto et al, 1982; Park, 1982; Baker et al, 1984), 두부는 고정된 상태에서 체부가 회전되어 경부가 단독으로 자극되었을 경우 발생하는 頸反射의 역할에 대해서는 아직도 많은 의문점이 있다. 경부의 자극에 반응하는 수용체에 관해서는 McCouch등(1951)에 의하여 설명된 이래 경부의 背面部筋肉들과 상부 경추들 사이에 존재하는 근방추와 유사한 기능을 갖는 미소근육들로 알려져 왔으며(Richmond & Abrahams, 1975; Bakker & Richmond, 1982), 이러한 頸部固有受容體는 경부의 회전운동에 의하여 자극되어 안구운동을 조절하는 頸眼球反射(Park & Park, 1988)와 경부와 사지의 근육에 작용하는 頸脊髓反射(Ezure et al, 1983; Peterson et al, 1985)를 초래할 수 있으며, 緊張性 頸反射는 경척수반사의 대표적인 것이다(Suzuki et al, 1986; Wilson et al, 1986; Yates et al, 1988). Magnus(1924)가 경부의 회전자극에 의하여 사지가 신전되거나 굴전되는 현상을 緊張性 頸反射라고 명명하였으나 이 반사가 왜 位相性(phasic)이 아니고 緊張性(tonic)의 특성을 가졌는지에 대한 실험적 연구는 적다. 다만 Lindsay등(1976)이 실험동물에서 경부회전에 대한 上腕三頭筋 筋測枝의 길이를 관찰하여 位相性和 緊張性의 특성을 갖는다고 보고하였다. 그리고 긴장성경반사에 관한 연구는 대부분이 경부의 자극에 의하여 쉽게 반응을 관찰할 수 있는 항중력근인 伸筋만을 대상으로 이루어졌으며

(Pompeiano et al, 1984; Wilson et al, 1986), 이 때 屈筋은 어떻게 자세조절에 기여하는지에 대한 보고는 없는 듯하다.

본 실험에서는 자세의 조절에 대한 頸部固有受容體의 특성을 추구하기 위하여 두부의 회전에 의한 전정기관의 자극을 배제하고 경부만을 단독으로 자극하기 위하여 양측 전정기관을 절제한 후 除腦 고양이에서 경부의 회전자극에 대한 상지의 신근과 굴근의 반응을 관찰하였다. Sinusoidal head rotator (Park & Park, 1988)를 이용하여 경부의 좌우측을 중심으로한 上下回轉(pitch)과 전후측을 중심으로한 左右回轉(roll)을 가하여 上腕 二頭筋과 三頭筋의 筋活動性 변화를 관찰하였으며, 회전자극의 범위에 따른 이들 근육의 반응양상을 관찰하였다.

## 實 驗 方 法

**實驗動物** : 건강하고 성숙한 2.5 kg 내외의 고양이 30두를 암수의 구별없이 사용하였다. Pentobarbital 40 mg/kg을 복강내에 주사하여 마취하였으며, 필요에 따라 소량을 추가 주사하였다.

**前庭器官의 除去 및 除腦** : 기관지 T-튜브 삽입으로 호흡을 인공조절하였다. Anderson 및 Gernandt의 방법(1956)에 의하여 수술현미경 하에서 양측 內耳의 전정기관을 완전히 파괴한 후 streptomycin을 수술부위에 투여하여 전정기능을 완전히 제거하였고, 실험후 전정기관의 잔재여부를 재확인하였다. 그후 실험동물을 뇌고정장치에 고정시킨 후 intercolliculus 높이에서 除腦術을 시행하였다. 실험과정중 지속적으로 대퇴동맥압을 기록하였으며(Dynograph R511A, Sensemics), 체액손실을 방지하기 위하여 대퇴정맥을 통하여 5% 포도당액을 주입하였고, 평균혈압이 80 mmHg 이하로 감소되는 경우에는 실험을 중단하였다. 또한 直腸內 체온을 지속적으로 측정하여(Thermometer, San-ei) 37°C로 일정하게 유지시켰다.

**頸部の 回轉刺戟** : 동물의 頭蓋骨에 치과용 drill로 구멍을 뚫어 작은 나사못을 고정한 후 두개의 강철선의 일측말단을 뇌고정장치에서 수평이 되도록 고정된 작은 나사못에 연결하여 치과용 세멘트로 고정하였다. 두개골에 연결된 두개의 강철선을

Sinusoidal head rotator (Park & Park, 1988)에 연결하여 뇌고정장치의 위치가 지면과 수평을 이루도록 하였으며, 천추부위에 hip pin을 사용하여 체부를 고정하였다. Sinusoidal head rotator는 DC servomotor로 구성되어 있으며, 상하회전과 좌우회전을 각각 독립적으로, 또는 복합적으로 가할 수 있다. 회전자극은 양측 전정기관이 제거된 동물의 두부를 회전시킴으로써 경부가 자극되도록 하였다. 즉 경부의 좌우축을 중심으로 두부가 수직 평면상에서 상하회전을 하여 환추후두관절(atlanto-occipital joint) 부위가 주로 자극되도록 하는 방법(pitch)과 경부의 전후축을 중심으로 두부가 좌우축으로 회전하여 환추관절(atlanto-axial joint) 부위가 자극되도록 하는 방법(roll)을 사용하였다. 회전자극의 범위는 뇌고정장치의 위치를 중립위 0°로 하여 상하회전은  $\pm 30^\circ$ 와 0.05 Hz 이내, 그리고 좌우회전은  $\pm 30^\circ$ 와 0.2 Hz 이내에서 sinusoidal rotation을 하였다. 두부의 회전곡선은 Head rotator의 potentiometer를 통하여 polygraph(Dynograph 511A, Sensormedics)상에 기록하였으며 두부가 상방이나 우측방향으로 회전하면 곡선은 상방을, 두부가 하방이나 좌측방향으로 회전하면 하방을 향하도록 하였다. 단 computer상에서는 반대로 표시되었다.

**筋活動性的 記錄 및 分析** : 상완부의 이두근과 삼두근을 노출시킨 후 각 근육에 침전극을 삽입한 후, 절개창은 봉합하였다. 실험에 사용된 근육은 상완의 굴근인 이두근의 장지와 신근인 삼두근의 장지, 외측지, 내측지였으며, 삼두근 내측지의 筋活動性을 기록할 경우에는 장지와 외측지로부터의 간섭현상을 배제하기 위하여 얇은 비닐로 보호하였다. 근활동성은 예비증폭기를 통하여 직접근전도와 평균근전도(rectified EMG)를 polygraph상에 기록하여 極波(spike)의 크기를 측정하였다. 근활동성 크기의 변화는 기준치의 20% 정도 차이가 있을 때부터 계산하였다(Basmajian & DeLuca, 1985). 또한 근활동성에서 출현하는 극파의 수를 분석하기 위해서는 예비증폭기에 의하여 증폭된 것을 window discriminator (Model 121, WPI)에서 여과하여 자료분석장치(CED 1401, CED)에 의한 분석을 컴퓨터에 입력 처리하였다.

## 實 驗 成 績

### 1. 頸部固有受容體의 자극에 대한 上腕筋의 緊張性 반응 양상

실험동물에서 상부 경추에 물리적 자극을 주면 사지의 근육은 반사적으로 반응한다. 즉 두부를 일측 방향으로 회전시키면 동측 근육은 수축하고 반대측 근육은 이완한다거나 또는 반대현상을 초래한다. 이는 두부의 회전에 의하여 頸部固有受容體가 자극되기 때문이다. 그렇다면 경부고유수용체는 어떠한 특성을 지니고 있는가? 즉 수용체의 반응이 位相性인지 또는 緊張性인지, 그리고 경부근육의 신장 정도와 어떠한 관계를 갖는지 추구하고자 한다.

Fig. 1은 두부를 하방이나 상방으로 회전시킨 상태를 16~18초 가량 지속하였을 때 좌측 상완삼두근 내측지의 반응을 관찰한 것이다. 두부를 0°에서 점차 하방으로 회전범위를 증가시키에 따라 근활동성이 점차 감소되었고, 두부를 28° 하방에서 정지하였을 때는 근활동성이 최대로 감소되었으며, 이때 頭位를 변화시키지 않고 약 18초 가량 고정시켰을 때도 근활동성은 변화되지 않고 일정한 상태를 유지하였으며 두위를 원위치(0°위)로 복귀하면 근활동성도 회복되었다. 반대로 두위를 상방으로 회전범위를 증가시키면 근활동성도 점차 증가하여 상방 30°에서 약 16초간 두위를 고정시켰을 때 근활동성도 변화하지 않고 일정하게 유지되었다. 그리고 두부를 좌측이나 우측방향으로 회전시켰을 때도 근활동성은 두부의 회전범위에 비례하여 증가 또는 감소하였다. 두부를 어느 방향으로 회전시키거나 근활동성은 변화하였으나 두위가 고정된 위치에서는 근활동성이 변화되지 않고 일정하게 유지됨으로써 경부에 어떤 회전자극이 주어지면 지속적으로 신호를 발생하여 두부의 회전에 대한 자세의 불균형을 보완하려고 한다. 이처럼 두부의 회전범위에 따른 근활동성의 변화를 보다 정확하게 관찰하기 위하여 두위를 단계적으로 변화시켰을 때 근활동성에서 극파의 크기와 수를 분석하였다. Fig. 2는 頭位를 상하방으로 각 10°씩 단계적으로 회전시켰을 때 우측 상완삼두근 장지의 반응을 나타낸 것이다. 두위를 뇌고정장

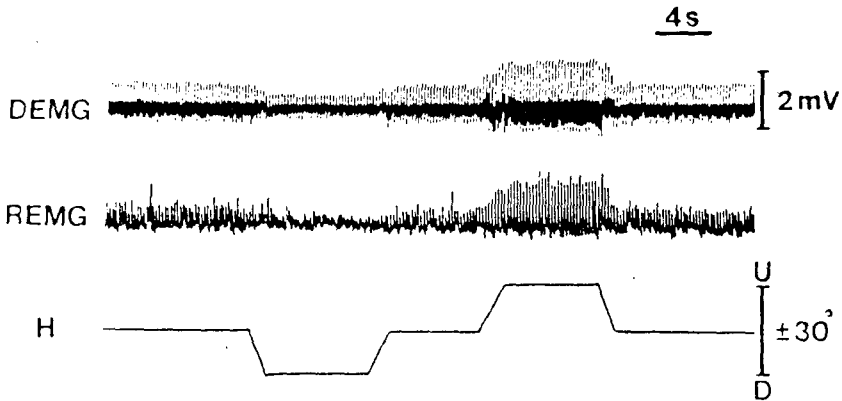


Fig. 1. EMG activity changes in medial head of left triceps elicited by vertical neck rotation (pitch). EMG activities were changed by rotation of the neck but not changed during sustained neck torsion. DEMG, direct EMG; REMG, rectified EMG; H, position of the head; U, upward rotation of the head; D, downward rotation of the head.

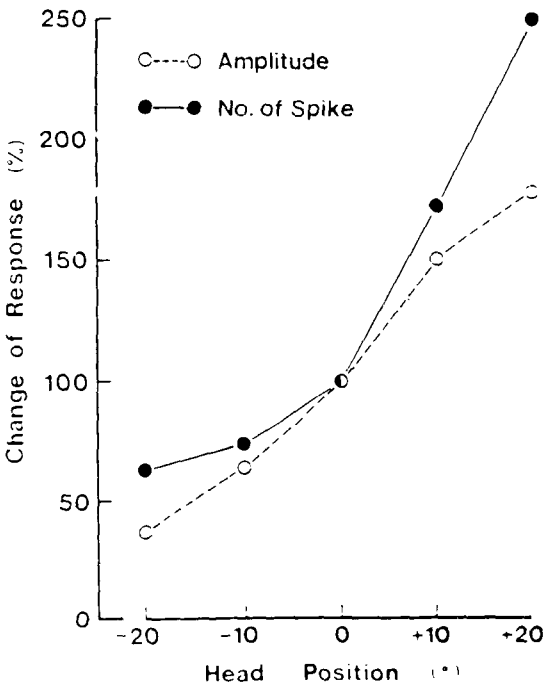


Fig. 2. Percent change of EMG activities in medial head of left triceps elicited by vertical neck rotation. Amplitude and number of spike in EMG were changed by neck rotation. In the abscissa, negative number means downward rotation of the head and positive means upward rotation.

치의 위치(0°)로부터 하방으로 회전시킴에 따라 근 활동성에서 극파의 크기와 숫자가 점차 감소하였으며, 반대로 두위를 상방으로 회전하면 점차 증가함으로써 두부의 회전범위에 따라 근활동성이 변화함을 입증하였다.

일반적으로 물리적 자극에 관여하는 수용체들은 緊張性 혹은 位相性 특성을 갖는데 頸部固有受容體에 의한 상완근의 반응은 긴장성임을 알 수 있으며, 또한 회전범위와 상완근의 활동성과는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

## 2. 頸部の 상하회전자극에 대한 上腕筋의 반응

두부가 상하방으로 회전 (pitch : 인체에서는 전후방 회전)하면 사지근육에서 반사적인 자세 변동이 초래된다. 이는 정상적인 개체에서 두부가 고정된 순간에 체부가 움직임으로 인하여 경부에 자극이 주어졌을 경우에 야기될 수 있다. 이러한 반사적 자세의 변동은 어떠한 양상을 가지며, 그 의의는 무엇인지를 추구하였다. 실험동물에서 양측 전정기관을 절제하여 전정기능을 배제하고 경부를 용이하게 자극할 수 있는 Sinusoidal head rotator를 사용하여 경부의 환추후두관절 부위를 중심으로 두부를 상하회전시켰을 때 양측 상지의 근육들은 대칭성인 반응을 보였다. 즉 두부를 하방으로 회전시키면 양측의 이

두근들은 수축하고, 삼두근들은 이완함으로써 양측 상지는 굴전현상을 보였다. 또한 두부를 상방으로 회전시키면 하방회전 때와는 반대로 양측 上肢는 신전현상을 보였다. 따라서 두부의 상방회전에 의한 양측 상지의 근육들은 동일한 반응양상을 보이는 대칭성이었다.

Fig. 3은 두부를  $\pm 30^\circ$ , 0.05 Hz의 범위에서 상하방 회전시켰을 때 양측 삼두근 내측지의 반응을 나타낸 것으로 상방 회전을 증가시킬수록 근활동성은

증가하여 頭位가 최상점에 이르렀을 때는 최대로 증가하였다. 또한 하방 회전으로 근활동성은 중립위치( $0^\circ$ )때에 비하여 현저히 억제되어 두위가 최하위에 이르렀을 때는 완전히 억제됨으로써 두위의 변화에 따라 근활동성이 변화되었으며, 이러한 반응은 좌우측에서 동일하게 나타났다. 즉 두부의 상방회전에 의해서 양측 상완삼두근의 내측지, 외측지 및 장지는 모두 흥분적으로 하방회전에 의해서는 모두 억제적으로 반응하였다. 또한 양측 상완이두근은

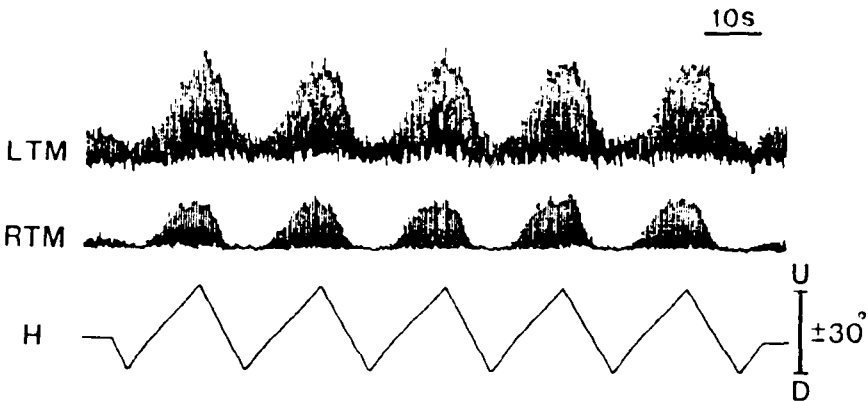


Fig. 3. EMG responses of bilateral medial head of triceps elicited by vertical neck rotation. LTM & RTM, medial head of left and right triceps. For other notations refer to Fig. 1.

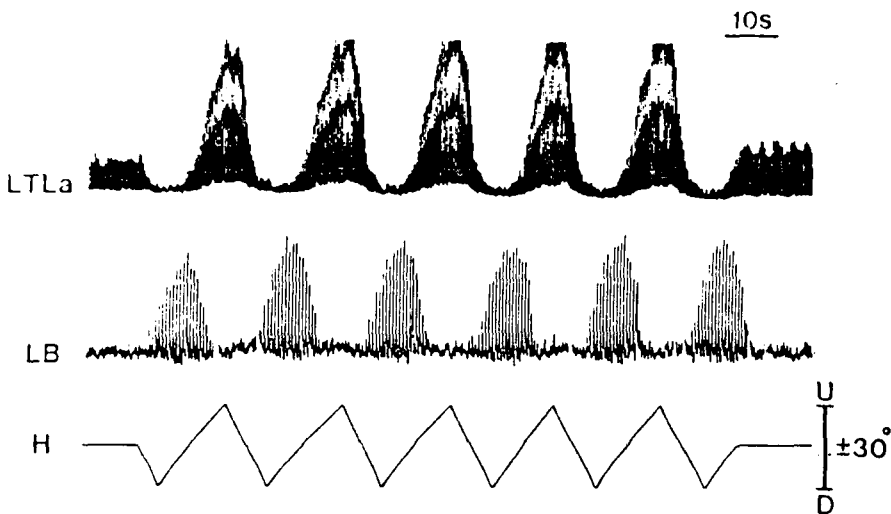


Fig. 4. EMG responses of ipsilateral extensor and flexor muscles elicited by vertical neck rotation. LTLa, lateral head of left triceps; LB, left biceps; other notations as in previous figures.

두부의 상방회전에 의하여 억제적인 반응을, 하방 회전에 의해서는 흥분적인 반응을 보임으로써 상완 삼두근과는 정반대의 반응양상이었다. Fig. 4는 경부 자극에 의한 좌측 상완삼두근 외측지와 이두근의 반응을 관찰한 것으로 근활동성은 상방 회전으로 삼두근은 증가, 이두근은 감소되었고, 하방 회전으로 삼두근은 억제, 이두근은 흥분되었다. 즉 상방회전에 의하여 일측에서 신근인 삼두근과 굴근인 이두근은 반대로 반응하여 상지가 신전이나 굴전현상을 초

래하였다.

上腕筋이 반응을 일으키는 두부의 상방회전자극 범위를 알아보기 위하여 중립위(0°)를 기준으로 하여 두부를 약 4° 이상 상하방으로 회전하면 근반응이 시작하였으며 (Table 1) 좌측과 우측에서 동일근은 비슷하게 반응하였다.

Fig. 5는 양측 상완삼두근 외측지의 반응에서 극파의 출현수를 분석한 것으로 頭位가 최상위에 있을 때 증가되고 최하위에서는 현저하게 감소되었고 좌

Table 1. Rotatory range producing muscle contraction by vertical neck rotation

Muscle Response	Triceps			Biceps
	Long	Lat.	Med.	
Right	U5.8±2.5	U 7.4±3.0	U5.8±3.2	D -5.0±11.8
	-D6.2±2.0 (17)	-D11.5±3.8 (20)	-D5.0±3.5 (30)	-U -2.7± 6.6 (16)
Left	U4.8±2.2	U 6.8±4.7	U4.3±2.3	D -7.8±12.5
	-D8.8±2.7 (10)	-D 8.6±4.9 (30)	-D4.5±2.9 (18)	-U -10.1±12.2 (10)

U, D, upward or downward range(°) of neck rotation which indicates starting or ending of muscle contraction. Mean±SE.

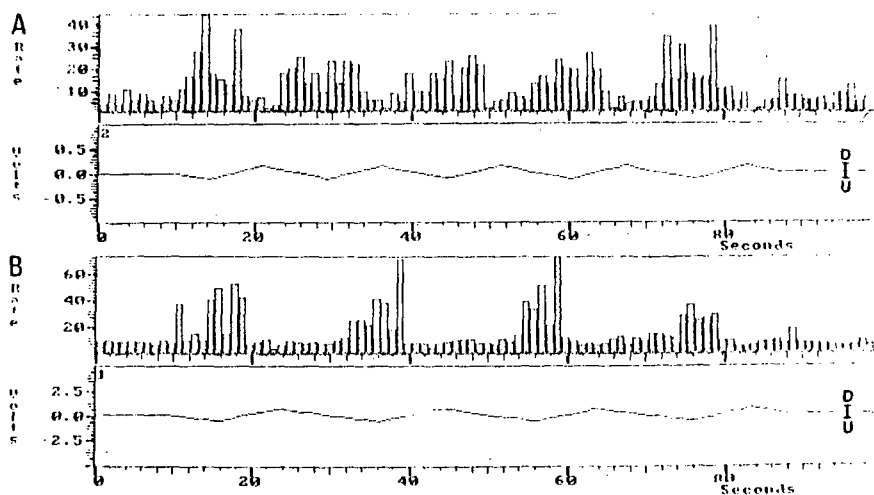


Fig. 5. Spike responses of bilateral lateral heads of triceps elicited by vertical neck rotation. A, left lateral head of triceps; B, right lateral head of triceps; Rate, number of spike; Volts, position of the head; other notation as in previous figures.

측과 우측에서 동일하였다.

### 3. 頸部の 좌우회전자극에 대한 上腕筋의 반응

좌우측 회전운동 때의 上肢의 반응과 그 생리적인 의미를 추구하기 위하여 두부를 좌우측방향으로 회전(roll)시켰을 때 상완근이 수축되거나 이완되는 반응을 보았다. 두부를 회전시키면 동측의 신근은 현저한 수축현상을 보이며 회전범위가 증가함에 따라 수축반응도 증가하였으나 동측의 굴근은 억제반

응을 보였다. 또한 두부가 반대측으로 회전하면 이들 반응도 반대로 출현하였다.

Fig. 6은  $\pm 30^\circ$ , 0.03 Hz 범위에서 좌측과 우측방향으로 회전시켰을 때 나타나는 양측 상완삼두근 내측지의 반응으로써 우측 회전으로 우측근은 강한 흥분적 반응을 보이니 중립위( $0^\circ$ )에서는 양측근이 비슷한 근활동성을 보이고 좌측 회전하면 좌측근이 강한 흥분적 반응을 보였다. 즉 두부의 회전방향과 동측의 삼두근은 수축하고 반대측은 이완함으로써 좌

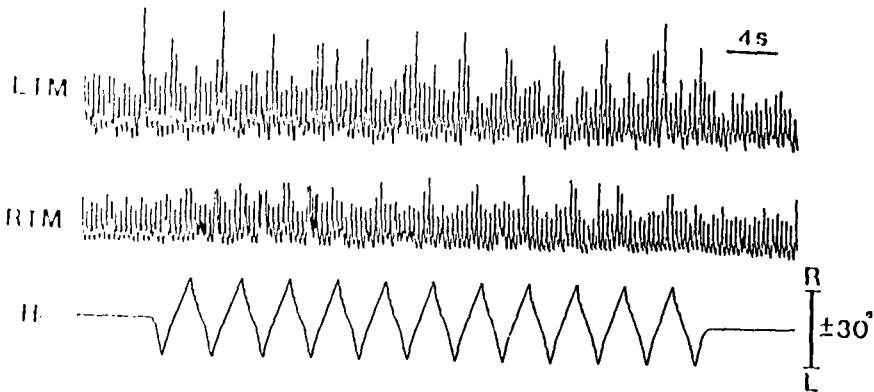


Fig. 6. EMG responses of bilateral medial head of triceps elicited by left and right neck rotation (roll). R, rightward rotation; L, leftward rotation; other notations as in previous figures.

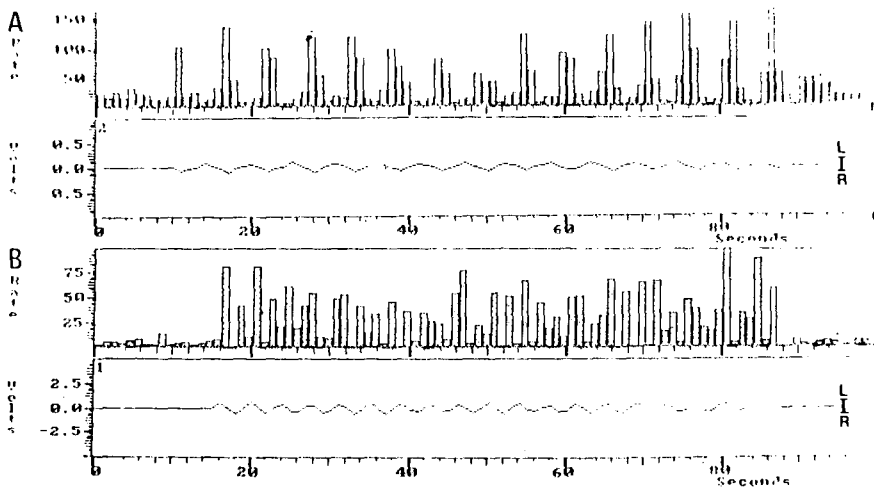


Fig. 7. Spike responses of ipsilateral extensor and flexor muscles elicited by leftward and rightward neck rotation. A, long head of triceps; B, right biceps; other notations as in previous figures.

**Table 2.** Rotatory range producing muscle contraction by leftward and rightward rotation of the neck

Muscle	Triceps			Biceps
	Long	Lat.	Med.	
Right	R4.8±2.7	R8.8±2.5	R12.0±5.4	L-6.2±1.8
	-L3.2±2.4 (10)	-L7.6±0.8 (10)	-L 7.1±5.7 (16)	-R-6.8±1.9 (10)
Left	L-6.0±3.2	L-9.0±2.7	L-12.5±3.8	R 5.3±2.7
	-R-3.8±0.7 (9)	-R-8.9±2.7 (16)	-R- 8.8±2.3 (8)	U 3.8±1.1 (11)

L, R, leftward or rightward range (°) of neck rotation which indicates starting or ending of muscle contraction. Mean±SE.

측과 우측이 상호 반대적 반응양상을 보였다. Fig. 7은 우측의 상완삼두근 장지와 이두근의 반응을 관찰한 것으로 그 활동성은 두부의 좌측회전에 의해서 삼두근 장지는 감소되고 이두근은 증가되었으며, 우측으로 회전하면 삼두근 장지는 증가되고 이두근은 감소됨으로써 두부의 상하회전에서와 같이 일측에서 신근인 삼두근과 굴근인 이두근의 반응은 정반대이었다. 이러한 반응은 두부가 좌측이나 우측방향으로 약 4° 정도 회전하면 출현하였으며 아주 미소한 경부의 자극에 의해서도 자세조절이 이루어짐을 알 수 있었다 (Table 2).

본 실험에서는 除腦를 시행한 위치에 따른 반응양상의 변화를 관찰할 수 없었으며, 또한 4예의 실험에서는 제 1 경추 상방에서 주위 근육의 손상을 피하여 치과용 drill로 최상부의 척수를 절단한 후 실험한 결과 제너한 동물에서의 반응과 비교하여 차이를 발견할 수 없었다.

### 考 察

개체의 회전운동은 四肢 근육에서 자세를 유지하려는 반사적 작용을 일으킨다. 일반적으로 頸部는 자극을 받지않고 頭部가 회전하게 되면 前庭器官이 자극되어 前庭反射를 초래하지만 (Wilson & Maeda, 1974; Wilson & Melvill Jones, 1979; Schor & Miller, 1981; Wilson & Peterson, 1981), 두부는 고정된 상태에서 體部가 회전하면 경부가 자극되어 頸反射를 초래한다 (Magnus, 1924; Suzuki et al, 1986;

Wilson et al, 1986; Dutia & Price, 1987). 이처럼 전정기관과 경부는 자세의 조절에 중요한 역할을 하며, 이중 前庭反射는 반구관과 이석기관으로부터 발생한 신호가 前庭眼球反射 (Kim, 1974; Wilson & Melvill Jones, 1979), 前庭脊髓反射 (Wilson & Peterson, 1981; Pompeiano et al, 1984) 등을 초래하여 자세의 조절에 관여한다고 알려져 있으나 頸反射는 아직도 많은 의문점을 내포하고 있다. 頸反射의 수용체는 頸部背面的 근육들과 上部頸椎들 사이에 존재하는 미소한 근육들이라고 하며 이들은 근육에서 伸長反射에 관여하는 근방추와 유사한 성질을 갖는다고 한다 (Richmond & Abrahams, 1975; Bakker & Richmond, 1982). 따라서 두부가 회전하면 그 수용체들은 신장 자극을 받기 때문에 頸反射를 초래한다.

頸部の 회전자극에 의하여 四肢의 근육이 수축되거나 이완되어서 사지의 신전 또는 굴전현상이 초래되는데 이를 緊張性頸反射라고 한다 (Magnus, 1924). 본 실험동물에서 頸反射를 용이하게 유발시킬 목적으로 양측 전정기관을 파괴하고 사지근육의 경직성을 증가시키기 위하여 除腦를 실시한 후 경부의 자극에 대한 사지근육의 반응이 緊張性(tonic)인지 혹은 位相性(phasic)인지를 관찰하였다. 두부를 단계적으로 회전시키면 근활동성은 회전범위에 따라서 변화하였으며 일정한 회전위에서 고정하면 근활동성도 그 상태로 유지됨으로써 긴장성임을 확인하였다. 따라서 Lindsay등(1976)이 고양이에서 상완삼두근 내측지의 길이에 대한 경부자극효과를 관



찰하여 사지에 작용하는 頸反射는 긴장성 특성을 가질 뿐만 아니라 위상성 특성을 갖는다는 주장과는 일치하지 않았다. 즉 본 실험의 Fig. 1에서와 같이 상완삼두근의 근활동성은 경부의 회전에 따라 변화되지만 회전이 어느 상태에서 고정되면 일정하게 유지되므로써 위상성 양상이 갖는 근활동성의 순간적 변화를 관찰할 수 없었다. 이는 경부의 固有受容體가 회전자극의 범위에 대하여 순간적이 아닌 지속적인 신호를 발생하는 물리적 특성을 가지고 있어 경부의 회전상태에서는 사지근육에 지속적인 자극을 보냄으로써 그 긴장도가 지속된다.

頸部の 자극에 의한 사지근육의 반응은 두부가 수직면을 중심으로 상하회전(pitch)을 하면 양측 상지의 근육은 동일한 반응을 보인다. 즉 두부가 상방으로 회전하면 양측 上肢의 신근은 수축하여 상지의 신전현상을 초래하고 하방으로 회전하면 양측 굴근이 수축하여 굴전현상을 초래한다(Fig. 3). 이는 Magnus(1924)가 주장한 비대칭성반응과는 상반되며 Lindsay등(1976)이 주장한 대칭성과 일치하였다. 근활동성을 관찰할 때 진폭과 극파의 수가 증가함은 근이 흥분하여 수축함을 보여주는 것으로 상완삼두근은 두부의 상방회전이 증가할수록 근활동성은 증가되었으며, 하방으로 회전할수록 감소되었으나 굴근인 상완이두근은 정반대 반응을 보여 삼두근과는 항상 길항적으로 작용함을 알 수 있었다.

두부의 좌우측 방향 회전(roll)에서는 회전방향과 동측의 신근은 수축되고 반대측은 이완하며, 굴근은 반대반응을 보이므로써 회전방향의 상지는 신전되고 반대측은 굴전된다. 따라서 두부를 우측으로 회전하면 우측의 상완삼두근은 모두 수축되고 이두근은 이완되었으며, 좌측의 삼두근은 이완되고 이두근은 수축되었다. 그리고 두부를 좌측으로 회전하면 반응은 정반대현상으로 출현하였다. 두부의 좌우측회전은 상하측의 회전에서와 유사하게 동측의 신근과 굴근은 항상 길항적으로 작용하여 두부의 좌우 회전에 대해서도 상지의 신전이나 굴전현상을 용이하게 하여 자세의 조절에 관여한다. 그러나 좌우측의 회전은 상하측의 회전에 비하여 상완근에서 근활동성의 현저한 억제효과를 근전도상에서 관찰할 수 없는 경우도 있었으나 극파의 출현수는 정확하게 관찰할 수 있었다.

上腕筋의 흥분을 초래할 수 있는 두부의 회전 범위는 자극방법과 근의 종류에 따라서 약간씩 차이를 갖지만 일반적으로 비슷한 회전범위에서 반응이 시작하였다. 즉 두부의 상하회전에 의해서 상완삼두근은  $4.3^{\circ}\sim 7.4^{\circ}$ 에서, 상완이두근은  $-5^{\circ}\sim -7.8^{\circ}$ 에서 수축함으로써 좌측과 우측근은 거의 비슷한 회전범위에서 반응을 보였고, 삼두근과 이두근은 두부의 상하회전에서 상호 반대방향에서 수축반응을 보였다(Table 1). 또한 두부의 좌우회전에서는 삼두근이  $3.8^{\circ}\sim 12.5^{\circ}$ 에서 이두근은  $5.3^{\circ}\sim 6.2^{\circ}$ 에서 수축반응을 보였으며, 이때에는 양측의 근육이 상호 반대방향에서 수축하였고, 삼두근과 이두근 역시 상호 반대방향이었다(Table 2). 그리고 이들 수축반응이 원상태로 회복되는 범위가 근수축의 시작범위와 비슷한 점을 고려할 때 頸部固有受容體는 신장의 정도와 매우 밀접함을 확인할 수 있었으며, 미소한 두부회전에 의해서도 경부고유수용체는 예민하게 반응함을 알 수 있었다. 이러한 사실은 정상적인 개체는 상하회전이나 좌우회전 때 양측의 상완근이 양적으로 동일한 반응효과를 가져오므로써 보다 정확하게 자세를 조절할 수 있다는 것을 시사한다.

본 실험중 4예에서는 제 1경수의 상부를 절단하였을 때도 절단하기전과 동일한 실험결과를 얻었음은 경부에 의한 사지의 조절작용이 高位中樞에까지 도달하지 않고 脊髓내에서도 이루어질 수 있다는 것을 보임으로써 Wilson등(1986)의 연구결과와 일치하였다.

위와 같은 사실은 頸部固有受容體가 경부의 물리적 자극에 의해서 사지의 근육에 작용하여 반사적 반응을 초래하여 자세의 조절에 직접 관여함을 보여준다. 그러나 사지근육의 반응양상이 경부고유수용체의 단순한 물리적 특성에 기인하는 것인지 또는 中樞神經내에서 그 자극을 변조시키는 체제를 갖는지에 대해서는 神經生理學적으로 더욱 추구해야 할 과제이다.

## 結 論

자세의 조절에 관여하는 頸部固有受容體의 역할을 추구하기 위하여 양측 前庭器官을 절제한 除腦 고양이에서 Sinusoidal head rotator를 사용하여 體

部를 고정하고 頭部를 상하회전 (pitch)이나 좌우회전 (roll)시켜서 頸部固有受容體를 자극하여 上肢의 伸筋과 屈筋에서 초래되는 근활동성을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 상완근의 근활동성은 두부의 회전범위에 의존하여 변화하였으며, 회전범위를 일정하게 고정하면 근활동성은 지속적으로 일정하게 유지되는 緊張性 반응이었다.

2) 두부의 상하회전에서 양측 상완삼두근의 활동성은 두부의 상방회전 때 증가되었으며, 하방회전 때는 억제되었다. 또한 상완이두근은 삼두근과 정반대의 반응양상이었다.

3) 두부의 좌우회전에서 두부가 일측으로 회전하면 동측의 상완삼두근의 근활동성은 증가되고, 반대측은 억제되었으며, 상완이두근은 삼두근과 정반대의 반응양상이었다.

4) 경부의 회전자극에 의한 상완근의 반응은 약 4.3°~12.5°의 경부회전에 의하여 반응을 보였다.

이상의 실험결과로 보아 頸部固有受容體는 伸長の 정도와 매우 밀접하게 긴장성자극을 발생하여 上腕筋의 근활동성을 조절하며, 頸部の 회전자극에 민감하게 반응하여 자세의 조절에 중요한 역할을 하리라고 추리한다.

## REFERENCES

Anderson S & Gernandt BE (1956). Cortical projection of vestibular nerve in cat. *Acta Oto-laryngol* (Stock Suppl) 116, 10-17

Baker J, Goldberg J, Wickland C & Peterson BW (1984). Spatial and temporal properties of vestibulo-neck reflex arc. *Soc Neurosci Abstr* 10, 162

Bakker DA & Richmond FJR (1982). Muscle spindle complexes in muscle around upper cervical vertebrae in the cat. *J Neurophysiol* 48, 62-74

Basmajian JV & DeLuca CJ (1985). *Muscles alive*. Baltimore: Williams & Wilkins, pp 65-100

Bilotto G, Goldberg J, Peterson BW & Wilson VJ (1982). Dynamic properties of vestibular reflexes in decerebrate cat. *Exp Brain Res* 47, 343-352

Dutia MB & Price RF (1987). Interaction between the vestibulo-colic reflexes and the cervico-colic stretch

reflex in the decerebrate cat. *J Physiol* 387, 19-30

Ezure K, Fukushima K, Schor RH & Wilson VJ (1983). Compartmentalization of the cervico-colic reflex in cat splenius muscle. *Exp Brain Res* 51, 397-404

Kim JH (1974). Studies on the functional interrelations between the vestibular canals and the extraocular muscles. *Korean J Physiol* 8, 87-103

Lindsay KW, Roberts TDM & Rosenberg JR (1976). Asymmetric tonic labyrinth reflexes and their interaction with neck reflexes in the decerebrate cat. *J Physiol* 261, 583-601

Magnus R (1924). *Korperstellung*. Berlin: Julius Springer

McCouch GP, Deering ID & Ling TH (1951). Location of receptors for tonic neck reflexes. *J Neurophysiol* 14, 191-195

Park BR (1982). Responses of the extraocular oblique and splenius capitis muscles to excitation of semicircular canal nerve in rabbits. *Chonnam Med J* 19, 131-140

Park BR & Park CS (1988). Cervico-ocular reflex in bilateral labyrinthectomized cats. *Korean J Physiol* 22, 79-88

Park BR & Park HA (1988). A study of the sinusoidal head rotator. *Chonnam Med J* 25, 1-6

Peterson BW, Goldberg J, Bilotto G & Fuller JH (1985). Cervicocollic reflex: its dynamic properties and interaction with vestibular reflexes. *J Neurophysiol* 54, 90-109

Pompeiano O, Manzoni D, Srivastava UC & Stampacchia G (1984). Convergence and interaction of neck and macular vestibular inputs on reticulospinal neurons. *Neuroscience* 12, 111-128

Richmond FJR & Abrahams VC (1975). Morphology and distribution of muscle spindles in dorsal muscles of the neck. *J Neurophysiol* 38, 1322-1339

Roberts TDM (1978). *Neurophysiology of postural mechanisms*. London: Butterworths

Schor RH & Miller AD (1981). Vestibular reflexes in neck and forelimb muscles evoked by roll tilt. *J Neurophysiol* 46, 167-178

Suzuki I, Park BR & Wilson VJ (1986). Directional sensitivity of, and neck afferent input to, cervical and lumbar interneurons modulated by neck rotation. *Brain Res* 367, 356-359

Wilson VJ & Maeda M (1974). Connections between semicircular canals and neck motor neurons in the

- cat. *J Neurophysiol* 37, 346-357
- Wilson VJ & Melvill Jones G (1979). *Mammalian vestibular physiology*. New York: Plenum
- Wilson VJ & Peterson BW (1981). Vestibulospinal and reticulospinal system. In: *Handbook of Physiol. The nervous system*, edited by HH Kornhuber. Berlin: Spinger-Verlag, pp 667-702
- Wilson VJ, Schor RH, Suzuki I & Park BR (1986). Spatial organization of neck and vestibular reflexes acting on the forelimbs of the decerebrate cat. *J Neurophysiol* 55, 514-526
- Yates BJ, Kasper J, Brink EE & Wilson VJ (1988). Peripheral input to L4 neurons whose activity is modulated by neck rotation. *Brain Res* 449, 377-380