

일측성 좌골신경손상이 쥐의 정상측 뒷다리근에 미치는 영향

김진일¹ · 최명애²

¹건강보험심사평가원 대리, ²서울대학교 간호대학 교수

Effects of Unilateral Sciatic Nerve Injury on Unaffected Hindlimb Muscles of Rats

Kim, Jin Il¹ · Choe, Myoung-Ae²

¹Staff Member, Health Insurance Review and Assessment Service

²Professor, College of Nursing, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to examine the effects of unilateral sciatic nerve injury on unaffected hindlimb muscles of rats. **Methods:** Adult male *Sprague-Dawley* rats were assigned to one of three groups: control (C) group (n=10) that had no procedures, sham (S) group (n=10) that underwent sham left sciatic nerve transection, and sciatic nerve transection (SNT) group (n=9) that underwent left sciatic nerve transection. At 15 days rats were anesthetized, and the soleus, plantaris and gastrocnemius muscles were dissected. **Results:** Muscle weight of the unaffected plantaris muscle in the SNT group was significantly lower than in the other two groups. Type II fiber cross-sectional areas of the unaffected plantaris and gastrocnemius muscles in the SNT group were significantly smaller than in the other two groups. The decrease of muscle weights and Type I, II fiber cross-sectional areas of the unaffected three muscles in the SNT group were significantly less than that of the affected three muscles. **Conclusion:** Hindlimb muscle atrophy occurs in the unaffected side after unilateral sciatic nerve injury, with changes in the plantaris and gastrocnemius muscle being more apparent than changes in the soleus muscle. These results have implications for nursing care, in the need to assess degree of muscle atrophy in unaffected muscles as well as affected muscles.

Key words: Sciatic nerve injury, Rats, Hindlimb, Muscular atrophy

서 론

1. 연구의 필요성

외상 및 사고 등으로 일어나는 신경의 손상은 중추보다는 말초에서 더욱 빈번히 일어나며(Yoon, Yu, & Lee, 2000) 말초신경 손상은 심각한 감각운동 손상 또는 기능장애를 일으키게 된다(van Meeteren, Brakkee, Hamers, Helders, & Gispens, 1997).

일반적으로 좌골신경손상은 양측성(bilateral)보다 일측성(uni-

lateral)이 더 흔한 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2004). 좌골신경손상의 원인은 대퇴골 골절, 대퇴부 압박, 고관절 골절이나 탈구, 고관절 치환술의 부작용 등이며(Hyun, Lee, Yoo, Park, & Kwon, 2004) 좌골신경손상의 주요 원인인 비구골절(acetabular fracture)의 유병률은 10-36%로 보고되고 있다(Park, Kim, & Kim, 2005).

신경이 손상되면 근육으로 가는 신경지배가 차단되어 근육의 수축능력이 상실되며 이로 인해 단백합성이 저하됨으로써 탈신경 위축(denervation atrophy)이 초래된다(Lee & Lee, 1990;

주요어 : 좌골신경손상, 쥐, 뒷다리, 근위축

*본 논문은 석사학위 논문의 일부를 발췌하여 수정한 내용임.

*This article is a part of master's thesis.

Address reprint requests to : Kim, Jin Il

Health Insurance Review and Assessment Service, 1586-7 Seocho 3-dong, Seocho-gu, Seoul 137-706, Korea

Tel: 82-2-2182-2379 Fax: 82-2-585-4337 E-mail: neoreva@hanmail.net

투고일 : 2008년 12월 19일 심사위원회일 : 2008년 12월 23일 게재확정일 : 2009년 5월 26일

Ogard & Stockert, 1995). 근위축은 근육의 질량, 횡단면적이 감소하는 것(Choe et al., 2004)으로, 신경손상으로 인한 근위축은 침상안정, 석고붕대로 인한 부동, 건절제술 등으로 인한 근위축보다 더욱 심한 것으로 알려져 있다(Herbison, Jaweed, & Ditunno, 1979).

Yoon 등(2000)은 쥐의 좌골신경에 압좌손상(crushing)을 유발시켜 가자미근(soleus)과 내측 비복근(medial gastrocnemius)의 근질량과 Type I, II 근섬유 직경이 감소됨을 보고하였고, Sakakima, Yoshida, Morimoto와 Sakae (2002)는 쥐의 좌골신경을 동결(freezing)시킨 결과, 가자미근의 Type I, II 근섬유 횡단면적이 감소하였음을 제시하였다.

쥐에서 좌골신경손상을 입은 지 2주 후 환측의 근위축이 가장 심하게 나타나는 것으로 알려져 있다(Sakakima et al., 2002). 좌골신경손상이 있는 환자는 보행장애를 경험하게 되는데(Hagiwara, Hatori, Kokubun, & Miyasaka, 2003), 보행장애는 활동저하를 초래한다(Kotani et al., 2002).

활동저하 시 골격근의 단백질 분해 증가와 단백질 합성 감소로 인해 근위축이 발생하며(Llovera et al., 1997; Thomason & Booth, 1990), Choe와 Chi (1993)는 쥐의 뒷다리를 7일간 부유시켜 활동저하의 영향을 관찰한 결과, 가자미근의 근육무게 및 Type I, II 근섬유의 횡단면적이 유의하게 감소되었음을 제시하였다. 이와 같은 선행연구 결과를 토대로 일측성 좌골신경손상은 활동저하를 초래하여 정상측 근육에도 근위축이 발생할 수 있으리라고 생각되나 신경손상이 없으므로 환측에 비해서는 근위축의 정도가 심하지 않을 것이라고 가정할 수 있다.

이에 본 연구에서는 좌골신경손상 모델을 이용하여 일측성 좌골신경손상이 쥐의 정상측 뒷다리근에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 일측성 좌골신경손상으로 쥐의 환측 뒷다리근에 근위축이 유발되는가를 확인하고 정상측 뒷다리근에 미치는 영향을 규명하는 것으로 그 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 일측성 좌골신경손상 14일 후 환측 뒷다리근에 근위축이 유발되는지를 확인한다.

둘째, 14일간의 일측성 좌골신경손상이 정상측 뒷다리근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적에 미치는 영향을 규명한다.

셋째, 14일 간의 일측성 좌골신경손상이 정상측과 환측 뒷다리근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적에 미치는 영향에 차이가 있는가를 규명한다.

연구 방법

1. 연구 설계

순수실험연구로 수행되었으며 실험동물을 무작위로 세 군에 배정하였다. 대조군(control, C)은 아무런 처치를 받지 않은 군이고, 모의실험군(sham, S)은 모의수술만 받아 좌골신경손상이 없는 군이며 좌골신경손상군(sciatic nerve transection, SNT)은 좌골신경절단으로 좌골신경손상을 유발한 군이다.

실험시작 시 SNT군은 좌골신경절단을 시행하였고, 모의수술군은 모의수술을 시행하였다. 세 군 모두 실험시작일로부터 14일 경과 후 15일째에 가자미근, 족척근 및 비복근을 절제하였다.

2. 연구 대상

본 연구는 S대학교 실험동물 자원관리원 동물실험 위원회의 승인을 받은 후 규정에 따라 수행되었다. 본 연구에서 체중 186~210 g의 male *Sprague-Dawley* 쥐 32마리를 C군, S군, SNT군으로 나누어 C군과 S군에 각각 10마리씩 배정하였고, SNT군에 12마리를 배정하여 실험을 시작하였으나 좌골신경절단수술 후 2마리가 사망하였고, 실험종료 후 좌골신경절단이 되지 않은 것으로 확인된 1마리를 제외한 9마리가 남아 총 29마리(C군 10마리, S군 10마리, SNT 9마리)를 실험대상으로 하였다.

실험대상 쥐들은 온도 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 와 습도 50%, circadian rhythm을 위해 12시간은 밝게 12시간은 어둡게 하는 동일한 환경(서울대학교 의과대학 실험동물실)에 수용하였고, 모든 연구 대상 쥐들에게 고품사료(Cargill Agri Purina Inc., Seongnam, Korea)와 물은 마음대로 먹을 수 있게 하였다.

3. 실험 방법

1) 좌골신경손상 유발

좌골신경절단(sciatic nerve transection)모델(Ma, Tian, & Woolf, 2000)을 이용하여 좌골신경손상을 유발하였다. 쥐의 좌측 둔부근을 분리하여 좌측 좌골신경을 노출시킨 후, 신경재치배를 예방하기 위해 신경의 근위부를 결찰하고 결찰부위 아래로 좌골신경을 절단하였다. 좌골신경절단 수술과정이 실험결과에 영향을 미치는가를 확인하기 위해 모의수술을 시행하였다. 모의수술은 좌골신경을 노출만 하였고 결찰과 절단은 실시하지 않았다.

좌골신경손상이 실제로 일어났는지를 확인하기 위해 실험 마지막 날에 근육절제 후 좌측 좌골신경을 노출시켜 좌골신경 근

위부 절단면의 결찰을 육안으로 확인하였다.

2) 체중 및 사료섭취량 측정

체중은 매일 오후 6시에 electrobalance (HF-2000, A&D, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 사료섭취량은 매일 24시간 전에 제공한 사료의 무게에서 남은 사료의 무게를 빼서 산출하였다.

3) 활동 측정

쥐는 야행성 동물이므로 매일 오후 6시에 두 사람의 관찰자가 사육상자 속의 쥐가 보여주는 활동을 활동성(activity), 몸치장 활동(grooming), 비활동성(inactivity)으로 분류하여 각자 관찰하였다. 활동성은 왕성하게 움직임, 지속적인 이동행동, 앞발을 들고 일어서는 행동을 주로 할 때이고, 몸치장활동은 털갈기, 세수하기, 긁적거리기 행동을 할 때이며 비활동성은 한 곳에 가만히 앉아 있기, 잠자는 듯한 모습을 주로 보일 때로 판정하였다. 각각의 쥐가 15초 동안 보이는 행동을 5분간 20회 관찰하여 이상의 세 가지 행동기준 중 하나로 표시하였다(Chung, 1975).

4) 근육절제 및 근육무게 측정

14일간의 좌골신경손상 후 15일째에 pentobarbital sodium (50 mg/kg)을 복강 내 주사로 투여하여 마취하였다. 양쪽 뒷다리에서 가자미근, 족척근 및 비복근을 절제하여 생리식염수로 세척하였고, 지방조직과 결합조직은 신중히 잘라내어 microbalance (FX-300, A&D)를 이용하여 무게를 측정하였다.

5) Type I, II 근섬유의 횡단면적 측정

Choe 등(2004)의 연구에서 제시된 방법에 따라 근섬유 형태를 Type I과 Type II로 구분하기 위해 myosin-ATPase (adenosinetriphosphatase) 조직화학법을 실시하였다.

Myosin-ATPase로 염색된 근육표본을 광학현미경(CX-31, Olympus, Tokyo, Japan)으로 보아 어둡게 보이는 근섬유는 Type I, 밝게 보이는 근섬유는 Type II로 분류하고(Brooke & Kaiser, 1970), 각 근섬유의 횡단면적은 100배의 배율 하에 일정면적 내에서 Type I, II 근섬유의 유형별 횡단면적을 산출하였다(Choe & An, 2007).

4. 자료 분석

SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 군의 체중, 사료섭취량, 근육무게 및 Type I, II 근섬유 횡단면적은 평균과

표준편차(Mean±SD)로 나타내었고, 세 군 간의 차이는 일원 분산분석(One-Way ANOVA)으로 분석하였으며 사후검정은 Scheffe's test를 이용하였다. 실험시작 시와 근육절제 시의 체중비교는 paired t-test로 검증하였고, SNT군의 정상측과 환측의 비교는 independent t-test로 분석하였다. 활동평가에서 두 관찰자 간의 일치도는 Cohen's kappa (κ) 값을 산출하여 제시하였다.

모든 통계적 유의수준은 $p<.05$ 에서 채택하였다.

연구 결과

1. 체중 및 사료섭취량

1) 체중

세 군의 실험시작 시 체중(preweight)과 근육절제 직전 체중(postweight)은 Table 1에 제시된 바와 같다. 실험시작 시 체중은 세 군 간에 차이가 없었다($F=1.846$, $p=.178$). C군의 근육절제 직전 체중은 실험시작 시 체중에 비해 유의하게 증가하였고($t=-29.803$, $p<.001$), S군의 근육절제 직전 체중은 실험시작 시 체중에 비하여 유의하게 증가하였다($t=-24.766$, $p<.001$). SNT군의 근육절제 직전 체중도 실험시작 시 체중과 비교하여 유의하게 증가하였다($t=-23.074$, $p<.001$).

근육절제 직전 체중은 세 군 간에 유의한 차이가 있었으며($F=4.754$, $p=.017$) 사후분석 결과 SNT군의 체중은 C군의 체중에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났으나($p=.021$), S군의 체중과는 유의한 차이가 없었고($p=.648$), C군과 S군 간에도 차이가 없는 것으로 나타났다($p=.128$).

2) 총 사료섭취량

각 군의 실험기간 중의 총 사료섭취량은 Table 2에서 보는 바와 같이 세 군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=.997$, $p=.383$).

Table 1. Prewrite and Postweight among the Groups

Group	Prewrite (g) (Mean±SD)	Postweight (g) (Mean±SD)	t (p)
C (n=10)	203.1±4.5	311.8±14.1*	-29.803 (<.001)
S (n=10)	202.8±4.0	300.3±10.9*	-24.766 (<.001)
SNT (n=9)	198.7±7.6	295.1±10.9* [‡]	-23.074 (<.001)
F (p)	1.846 (.178)	4.754 (.017) [†]	

*Significant difference between Prewrite & Postweight ($p<.001$); [†]Significant difference among the Groups ($p<.05$); [‡]Significant difference between C & SNT ($p<.05$).

C=control; S=sham; SNT=sciatic nerve transection.

2. 활동

두 관찰자 간의 활동측정 일치도는 카파값 .712 ($p<.001$)로 높은 일치도를 보였고, 경험이 많은 관찰자의 측정치를 이용하여 분석하였다.

활동성(activity), 몸치장활동(grooming), 비활동성(inactivity)의 횟수는 각각 세 군 간에 유의한 차이가 있었다($F=5.698$, $p=.009$; $F=3.433$, $p=.048$; $F=5.597$, $p=.010$).

두 군 간의 활동성, 몸치장활동, 비활동성의 횟수를 비교한 결과, Table 3에 제시된 바와 같이 활동성은 SNT군이 C군에 비해 유의하게 적었고($p=.017$), S군에 비해서도 유의하게 적었다($p=.034$). 비활동성은 SNT군이 C군에 비해 유의하게 많았고($p=.025$), S군에 비하여서도 유의하게 많았다($p=.024$). 몸치장활동은 SNT군이 C군과 S군에 비해서 유의한 차이가 없었다($p=.131$; $p=.069$).

C군과 S군의 활동성, 몸치장활동, 비활동성은 차이가 없었다($p=.947$; $p=.941$; $p=1.000$).

3. 환측 뒷다리근의 근육무게 및 Type I, II 근섬유의 횡단면적

1) 환측 뒷다리근의 근육무게

세 군 간의 환측 뒷다리근의 무게를 비교한 결과, 환측 가자미근, 족척근 및 비복근 무게는 세 군 간에 유의한 차이가 있는 것

Table 2. Total Diet Intake among the Groups

Group	Total diet intake (g) (Mean \pm SD)
C (n=10)	302.3 \pm 19.1
S (n=10)	290.6 \pm 22.3
SNT (n=9)	293.4 \pm 15.5
F (p)	0.997 (.383)

C=control; S=sham; SNT=sciatic nerve transection.

으로 나타났다($F=97.440$, $p<.001$; $F=64.940$, $p<.001$; $F=142.438$, $p<.001$).

두 군 간의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게를 비교한 결과, Table 4에서 보는 바와 같이 SNT군은 C군에 비해 유의하게 작았고($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$), S군에 비해서도 유의하게 작은 것으로 나타났다($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$), C군의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근 무게와 S군의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근 무게는 유의한 차이가 없었다($p=.544$; $p=.249$; $p=.728$).

2) 환측 뒷다리근의 Type I, II 근섬유 횡단면적

세 군 간의 환측 뒷다리근의 Type I 근섬유 횡단면적을 비교한 결과, 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type I 근섬유 횡단면적은 세 군 간에 유의한 차이가 있었다($F=122.303$, $p<.001$; $F=15.912$, $p<.001$; $F=51.665$, $p<.001$).

두 군 간의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type I 근섬유 횡단면적을 비교한 결과는 Table 5에 제시된 바와 같이 SNT군은 C군에 비해 유의하게 작았고($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$), S군에 비해서도 유의하게 작은 것으로 나타났다($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$). C군과 S군의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type I 근섬유 횡단면적은 유의한 차이가 없었다($p=.381$, $p=.874$,

Table 3. Three Component Patterns of Activity among the Groups

Group	Activity (times) (Mean \pm SD)	Grooming (times) (Mean \pm SD)	Inactivity (times) (Mean \pm SD)
C (n=10)	2.2 \pm 1.5	2.6 \pm 1.2	15.2 \pm 2.5
S (n=10)	2.0 \pm 1.2	2.8 \pm 1.3	15.2 \pm 2.2
SNT (n=9)	0.6 \pm 0.4 ^{†,‡}	1.4 \pm 1.0	18.0 \pm 1.2 ^{†,‡}
F (p)	5.698 (.009)*	3.433 (.048)*	5.597 (.010)*

*Significant difference among the Groups ($p<.05$); [†]Significant difference between C & SNT ($p<.05$); [‡]Significant difference between S & SNT ($p<.05$).

C=control; S=sham; SNT=sciatic nerve transection.

Table 4. Muscle Weight of Hindlimb Muscles of Control, Sham and Sciatic Nerve Transection Groups

Group	Left (affected) side (mg) (Mean \pm SD)			Right (unaffected) side (mg) (Mean \pm SD)		
	Soleus	Plantaris	Gastrocnemius	Soleus	Plantaris	Gastrocnemius
C (n=10)	134.7 \pm 15.8	317.4 \pm 17.2	1,681.5 \pm 150.5	132.9 \pm 16.7	331.1 \pm 21.9	1,617.7 \pm 90.6
S (n=10)	127.7 \pm 13.6	289.2 \pm 33.1	1,630.3 \pm 79.2	126.6 \pm 9.0	315.1 \pm 44.9	1,590.5 \pm 120.5
SNT (n=9)	52.9 \pm 12.2 ^{§,¶}	136.9 \pm 53.2 ^{§,¶}	688.6 \pm 184.0 ^{§,¶}	124.2 \pm 7.6**	270.0 \pm 37.8 ^{†,¶, **}	1,524.2 \pm 59.4**
F (p)	97.440 (<.001) [†]	64.940 (<.001) [†]	142.438 (<.001) [†]	1.360 (.274)	7.206 (.003)*	2.417 (.109)

*Significant difference among the Groups ($p<.05$); [†]Significant difference among the Groups ($p<.001$); [‡]Significant difference between C & SNT ($p<.05$);

[§]Significant difference between C & SNT ($p<.001$); [¶]Significant difference between S & SNT ($p<.05$); [†]Significant difference between S & SNT ($p<.001$);

**Significant difference between the affected & unaffected sides ($p<.001$).

C=control; S=sham; SNT=sciatic nerve transection.

Table 5. Cross-Sectional Area of Hindlimb Muscles of Control, Sham and Sciatic Nerve Transection Groups

Group	Left (affected) side (μm^2) (Mean \pm SD)					
	Soleus		Plantaris		Gastrocnemius	
	Type I	Type II	Type I	Type II	Type I	Type II
C (n=10)	4,382 \pm 669	3,901 \pm 398	2,473 \pm 487	3,125 \pm 263	2,825 \pm 639	3,090 \pm 515
S (n=10)	4,712 \pm 526	4,226 \pm 282	2,593 \pm 689	3,272 \pm 314	3,095 \pm 727	3,238 \pm 391
SNT (n=9)	1,282 \pm 268 ^{§, ¶}	1,144 \pm 201 ^{§, ¶}	1,379 \pm 226 ^{§, ¶}	1,225 \pm 213 ^{§, ¶}	1,073 \pm 177 ^{§, ¶}	1,065 \pm 229 ^{§, ¶}
F (p)	122.303 (<.001) [†]	282.027 (<.001) [†]	15.912 (<.001) [†]	168.785 (<.001) [†]	51.665 (<.001) [†]	85.376 (<.001) [†]
Group	Right (unaffected) side (μm^2) (Mean \pm SD)					
	Soleus		Plantaris		Gastrocnemius	
	Type I	Type II	Type I	Type II	Type I	Type II
C (n=10)	4,734 \pm 479	4,132 \pm 420	2,681 \pm 218	3,367 \pm 321	3,063 \pm 498	3,279 \pm 322
S (n=10)	4,776 \pm 674	4,199 \pm 722	2,901 \pm 329	3,494 \pm 214	3,198 \pm 625	3,484 \pm 340
SNT (n=9)	4,399 \pm 554 ^{**}	3,833 \pm 488 ^{**}	2,546 \pm 367 ^{**}	2,920 \pm 169 ^{†, ¶, **}	2,641 \pm 226 ^{**}	2,837 \pm 315 ^{†, ¶, **}
F (p)	1.198 (.318)	1.039 (.368)	3.215 (.057)	14.052 (<.001) [†]	3.322 (.052) [*]	9.628 (.001) [*]

*Significant difference among the Groups ($p<.05$); [†]Significant difference among the Groups ($p<.001$); [‡]Significant difference between C & SNT ($p<.05$);

[§]Significant difference between C & SNT ($p<.001$); [¶]Significant difference between S & SNT ($p<.05$); [¶]Significant difference between S & SNT ($p<.001$);

^{**}Significant difference between the affected & unaffected sides ($p<.001$).

C=control; S=sham; SNT=sciatic nerve transection.

$p=.444$).

환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적 또한 세 군 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=282.027$, $p<.001$; $F=168.785$, $p<.001$; $F=85.376$, $p<.001$).

두 군 간의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적을 비교한 결과, Table 5에 제시된 바와 같이 SNT 군은 C군에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났고($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$), S군에 비해서도 유의하게 작았다($p<.001$, $p<.001$, $p<.001$). C군과 S군의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적은 유의한 차이가 없었다($p=.080$; $p=.479$; $p=.617$).

4. 정상측 뒷다리근의 근육무게 및 Type I, II 근섬유의 횡단면적

1) 정상측 뒷다리근의 근육무게

세 군 간의 정상측 뒷다리근의 무게를 비교한 결과, 정상측 족척근 무게는 세 군 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=7.206$, $p=.003$).

두 군 간의 정상측 족척근 무게를 비교한 결과, Table 4에서 보는 바와 같이 SNT군은 C군에 비해 유의하게 작았고($p=.004$), S군에 비해서도 유의하게 작은 것으로 나타났다($p=.039$). C군

의 정상측 족척근 무게와 S군의 정상측 족척근 무게는 유의한 차이가 없었다($p=.618$).

정상측 가자미근과 비복근의 무게는 세 군 간에 유의한 차이가 없었으나($F=1.360$, $p=.274$; $F=2.417$, $p=.109$), SNT군의 정상측 가자미근과 비복근의 무게는 C군과 S군에 비해 작은 경향을 나타냈다.

2) 정상측 뒷다리근의 Type I, II 근섬유 횡단면적

세 군 간의 정상측 뒷다리근의 Type I 근섬유 횡단면적을 비교한 결과, 정상측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type I 근섬유의 횡단면적은 세 군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=1.198$, $p=.318$; $F=3.215$, $p=.057$; $F=3.322$, $p=.052$).

정상측 족척근과 비복근의 Type II 근섬유의 횡단면적은 세 군 간에 유의한 차이가 있었다($F=14.052$, $p<.001$; $F=9.628$, $p=.001$).

두 군 간의 정상측 족척근과 비복근의 Type II 근섬유의 횡단면적을 비교한 결과, Table 5에 제시된 바와 같이 SNT군은 C군에 비해 유의하게 작았고($p=.002$, $p=.001$), S군에 비해서도 유의하게 작은 것으로 나타났다($p<.001$, $p=.024$).

정상측 가자미근의 Type II 근섬유의 횡단면적은 세 군 간에 유의한 차이가 없었다($F=1.039$, $p=.368$).

5. 정상측과 환측의 뒷다리근 근육무게 및 Type I, II 근섬유 횡단면적 비교

1) 정상측과 환측의 뒷다리근 근육무게 비교

SNT군의 정상측과 환측 뒷다리근의 근육무게를 비교한 결과는 Table 4에 제시된 바와 같이 정상측 가자미근 무게는 환측 가자미근 무게의 234.8%로 정상측 가자미근 무게의 감소정도가 환측에 비해 작았고($t=-14.926$, $p<.001$), 정상측 족척근 무게는 환측 족척근 무게의 197.2%로($t=-6.115$, $p<.001$) 환측에 비해 감소 정도가 작았으며 정상측 비복근 무게는 환측 비복근 무게의 221.3%로($t=-12.964$, $p<.001$) 환측에 비해 작은 것으로 나타났다.

2) 정상측과 환측의 뒷다리근 Type I, II 근섬유 횡단면적 비교

SNT군의 정상측 뒷다리근의 Type I, II 근섬유 횡단면적을 환측 뒷다리근의 Type I, II 근섬유 횡단면적을 비교한 결과, Table 5에서 보는 바와 같이 SNT군의 정상측 가자미근의 Type I, II 근섬유 횡단면적은 환측 가자미근의 Type I, II 근섬유 횡단면적의 343.1%, 335.1%로 환측에 비해 Type I, II 근섬유 횡단면적의 감소 정도가 작았고($t=-15.199$, $p<.001$; $t=-15.272$, $p<.001$), 정상측 족척근의 Type I, II 근섬유 횡단면적은 환측 족척근의 Type I, II 근섬유 횡단면적의 184.6%, 238.4%로 환측에 비해 감소정도가 작았으며($t=-8.125$, $p<.001$; $t=-18.699$, $p<.001$) 정상측 비복근의 Type I, II 근섬유 횡단면적은 환측 비복근의 Type I, II 근섬유 횡단면적의 246.1%, 266.4%로 환측에 비해 감소정도가 작은 것으로 나타났다($t=-16.398$, $p<.001$; $t=-13.656$, $p<.001$).

논 의

본 연구에서 좌골신경손상 14일 후 환측 뒷다리 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적을 측정된 결과, SNT군의 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적이 C군과 비교하여 유의하게 작은 것으로 나타나 환측 뒷다리근에 근위축이 발생하였음을 제시하고 있다. 이러한 결과는 좌골신경손상 14일 후 환측 가자미근과 족척근의 무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적이 감소되었다는 선행연구 결과와 일치하였다(Yoon et al., 2000; Sakakima et al., 2002).

이와 같이 좌골신경손상이 있는 쪽의 뒷다리근에 근위축이 발생한 것은 좌골신경에서 분지되는 경골신경의 지배를 받는 가자

미근, 족척근 및 비복근에 대한 신경지배가 완전히 차단되었기 때문이라고 생각된다. 이는 탈신경으로 인해 근육의 흥분성이 소실되어 수축능력이 상실되고 이로 인해 단백질합성이 저하됨으로써 근위축이 발생한 결과로 이해될 수 있다(Lee & Lee, 1990).

본 연구에서 SNT군의 활동성 횡수는 C군에 비하여 유의하게 적은 것으로 나타났고, 비활동성 횡수의 경우 SNT군이 C군에 비해 유의하게 많은 것으로 나타났다. 또한 실험기간 동안 쥐의 보행을 관찰한 결과, SNT군의 경우 환측 뒷다리를 전혀 움직이지 못하였고, 환측 뒷다리를 끌면서 보행을 하는 보행장애가 관찰되었다.

이러한 결과는 좌골신경손상이 보행장애를 유발한다는 선행연구 결과와 일치하며(Hagiwara et al., 2003), 신경손상으로 인한 장애가 활동저하를 유발한다는 Kotani 등(2002)의 보고를 토대로, 좌골신경손상으로 인한 보행장애가 활동저하를 유발한 것으로 생각된다.

본 연구 결과, SNT군의 정상측 족척근의 근육무게가 C군에 비하여 유의하게 작았고, 가자미근과 비복근은 C군에 비해 작은 경향을 나타내었으나 유의한 차이는 없었다.

이는 쥐의 뒷다리를 부유시켜 활동저하를 유발한 연구에서 가자미근과 족척근의 근육무게가 감소한 결과(Choe, Chi, & Kim, 1995)와 일부 부합하는 것으로, 활동저하 시 근육에서 ubiquitin-의존성 단백질분해가 증대되고(Llovera et al., 1997), 단백질합성이 감소하여(Thomason & Booth, 1990) 족척근의 근육무게가 감소되었으리라고 이해될 수 있다. 또한 본 연구에서 근육절제 직전에 측정된 체중은 SNT군이 C군에 비하여 유의하게 작았으나 총 사료섭취량은 세 군 간에 차이가 없었으므로 영양상태는 뒷다리근의 근육무게 감소에 영향을 미치지 않았음을 제시한다. 그러므로 정상측 뒷다리근의 근육무게 감소는 활동저하에 의한 것임을 시사한다.

본 연구에서 SNT군의 정상측 가자미근과 비복근의 근육무게가 C군과 S군에 비해 작은 경향을 나타낸 것은 마구(harness)를 이용해 사지 움직임을 제한하고 체중부하는 가능하게 한 쥐에서 가자미근과 비복근의 근육단백 함량과 근육무게가 유의하게 감소되지 않았다는 선행연구 결과(Imaizumi, Tachiyashiki, & Jikihara, 1996)와 부합하는 것으로 본 연구에서 활동저하는 있었지만 체중부하에 항중력근(antigravity muscle)인 가자미근과 비복근이 작용하여 이들 근육의 무게를 현저하게 감소시키지 않았으리라고 생각된다. 족척근의 경우 가자미근과 비복근에 비해 상대적으로 체중부하의 작용이 약하여(Cuccurullo, 2004) 체중부하보다는 활동저하의 영향을 크게 받아 근육무게가 유의하게 감소된 것으로 설명할 수 있다.

본 연구에서 좌골신경손상으로 인한 활동저하가 정상측 가자미근, 족척근 및 비복근의 Type I, II 근섬유 횡단면적에 미치는 영향을 분석한 결과, 족척근과 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적이 C군에 비하여 유의하게 감소한 것으로 나타났고, 정상측 뒷다리 세 근육의 Type I 근섬유는 C군에 비해 작은 경향을 보였다.

족척근과 비복근은 주로 Type II 근섬유로 구성되어 있고, 운동신경세포(motor neuron)와 그 지배를 받는 근섬유로 이루어진 운동단위(motor unit) 중 Type II 운동단위는 흥분성역치가 높아 강도가 큰 운동부하 시에 동원(recruitment)되므로(Jakobsson, Borg, Edström & Grimby, 1988), 보행장애로 인한 활동저하 시 족척근과 비복근의 수축작용이 줄어들어 정상측 족척근과 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적이 유의하게 감소하였을 것으로 본다.

정상측 세 근육의 Type I 근섬유의 횡단면적이 유의하게 감소하지 않은 결과는 활동저하로 인한 근위축이 Type I 근섬유와 Type II 근섬유 모두에 영향을 미치지만 주로 Type I 근섬유에 영향을 미친다는 선행연구 결과(Choe et al., 1995)와 차이가 있는 것으로 나타났다.

이는 Type I 운동단위는 흥분성 역치가 낮아 체중부하와 같은 작은 강도의 운동부하에 먼저 동원된다는 Jakobsson 등(1988)의 주장을 토대로, 본 연구에서 활동은 저하되었지만 정상측 뒷다리의 체중부하가 이루어져 Type I 근섬유가 긴장성 활동상태를 유지했기 때문에 정상측 뒷다리 세 근육의 Type I 근섬유 횡단면적의 감소정도가 크지 않았으리라고 이해될 수 있다.

본 연구에서 좌골신경손상 14일 후 환측과 정상측의 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적을 비교한 결과, 정상측의 근위축정도가 환측에 비해 유의하게 작은 것으로 나타났다. 이는 신경손상으로 인한 근위축이 부동으로 인한 근위축보다 더 심했다는 선행연구 결과(Herbison et al., 1979)와 일치하는 것으로, 정상측은 보행장애로 인한 활동저하는 있었지만 Type I 근섬유를 동원(recruitment)할 만큼의 체중부하가 이루어진 반면, 환측은 신경절단으로 탈신경 위축이 초래되었기 때문에 정상측 뒷다리근의 근위축 정도가 더 작았을 것이라고 이해될 수 있다.

본 연구에서 일측성 좌골신경손상을 유발하여 정상측 및 환측 뒷다리근에 미치는 영향을 관찰한 결과, 환측의 뒷다리근에 근위축이 발생하였음을 확인하였고, 정상측은 뒷다리근 중에서도 족척근과 비복근에 근위축이 발생되고 정상측 뒷다리근 위축 정도는 환측에 비해 작은 것을 규명하였다.

결론

좌골신경손상 모델 쥐에서 SNT군이 C군에 비해 환측 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게와 Type I, II 근섬유 횡단면적이 작은 것으로 확인되었다. SNT군의 정상측 족척근의 근육무게와 정상측 족척근과 비복근의 Type II 근섬유 횡단면적이 C군에 비하여 작았고, SNT군의 정상측 가자미근, 족척근 및 비복근의 근육무게와 Type II 근섬유 횡단면적의 감소정도는 환측에 비해 작은 것으로 나타나 14일간의 좌골신경손상으로 쥐의 정상측 족척근과 비복근에 근위축이 발생되었으며 정상측 뒷다리근의 근위축 정도가 환측에 비해 작다는 것을 제시한다. 본 연구 결과는 일측성 좌골신경손상 시 환측뿐 아니라 정상측 뒷다리근에도 근위축이 유발된다는 근거를 제시하고 있으므로 임상실무에서 일측성 좌골신경손상환자들의 환측과 정상측 하지근에 근위축이 발생하는지를 평가하는 간호사정에 활용할 수 있을 것으로 본다.

이러한 결론을 토대로 좌골신경손상 시 정상측 뒷다리근의 근위축이 발생하는 시점을 밝히는 연구가 수행되어야 하며 임상실무에서 간호사는 좌골신경손상 환자의 환측 하지근육의 근위축 발생뿐 아니라 정상측 하지근육의 위축성 변화를 사정해야 함을 제언한다.

REFERENCES

- Brooke, M. H., & Kaiser, K. K. (1970). Muscle fiber types: How many and what kind? *Archives of Neurology*, 23, 369-379.
- Choe, M. A., & An, G. J. (2007). Effects of exercise before steroid treatment on type I and type II hindlimb muscles in a rat model. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 37, 81-90.
- Choe, M. A., & Chi, J. G. (1993). Effect of periodic weight support on type I muscle of developing suspended rats. -Animal experiment for nursing intervention of muscle atrophy in children. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 23, 207-223.
- Choe, M. A., Chi, J. G., & Kim, E. H. (1995). Effect of intermittent low-intensity, short duration exercise on type II muscle of suspended rats. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 25, 193-209.
- Choe, M. A., An, G. J., Lee, Y. K., Im, J. H., Choi-Kwon, S., & Heitkemper, M. (2004). Effect of inactivity and undernutrition after acute ischemic stroke in a rat hindlimb muscle model. *Nursing Research*, 53, 283-292.
- Chung, I. S. (1975). *Effects of d-amphetamine and chlorpromazine on the orienting response and general behavioral activity in rats*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Cuccurullo, S. (Ed.). (2004). *Physical medicine and rehabilitation board*

- review. New York, NY: Demos.
- Hagiwara, Y., Hatori, M., Kokubun, S., & Miyasaka, Y. (2003). Gait characteristics of sciatic nerve palsy-A report of four cases. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 108, 221-227.
- Herbison, G. J., Jaweed, M. M., & Ditunno, J. F. (1979). Muscle atrophy in rats following denervation, casting, inflammation, and tenotomy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 60, 401-404.
- Hyun, J. K., Lee, S. J., Yoo, D. S., Park, H. G., & Kwon, B. S. (2004). The electrodiagnostic findings of sciatic nerve injury according to the locations and etiologies. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 28, 54-58.
- Imaizumi, K., Tachiyashiki, K., & Jikihara, K. (1996). Responses of visceral organ size and skeletal muscle mass during whole body suspension and recovery in rats. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 2, 19-29.
- Jakobsson, F., Borg, K., Edström, L., & Grimby, L. (1988). Use of motor units in relation to muscle fiber type and size in man. *Muscle & Nerve*, 11, 1211-1218.
- Kim, D. H., Kwon, O. Y., Kim, Y. S., Kim, S. H., Son, S. N., Park, K. J., et al. (2004). A case of bilateral sciatic neuropathy caused by lotus position. *Journal of the Korean Neurological Association*, 22, 418-420.
- Kotani, Y., Wang, Z., Furuyama, T., Sato, Y., Mori, N., & Yamashita, H. (2002). Effects of aging and denervation on the expression of uncoupling proteins in slow- and fast-twitch muscles of rats. *Journal of Biochemistry*, 132, 309-315.
- Lee, J. H., & Lee, K. R. (1990). Effect of electrical stimulation on the denervated muscle of the albino rat, sprague-dawley. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 2, 47-63.
- Llovera, M., García-Martínez, C., Agell, N., López-Soriano, F. J., & Argilés, J. M. (1997). TNF can directly induce the expression of ubiquitin-dependent proteolytic system in rat soleus muscles. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 230, 238-241.
- Ma, Q. P., Tian, L., & Woolf, C. J. (2000). Resection of sciatic nerve re-triggers central sprouting of A-fibre primary afferents in the rat. *Neuroscience Letters*, 288, 215-218.
- Ogard, W. K., & Stockert, B. W. (1995). Peripheral neuropathies. In D. A. Umphred (Ed.), *Neurological rehabilitation* (3rd ed.) (pp. 360-374). St. Louis, MO: Mosby.
- Park, K. C., Kim, K. W., & Kim, Y. H. (2005). Combined femoral and sciatic nerve palsy associated with acetabular fracture and dislocation-A case report. *Journal of Korean Fracture Society*, 18, 341-344.
- Sakakima, H., Yoshida, Y., Morimoto, N., & Sakae, K. (2002). The effect of denervation and subsequent reinnervation on the morphology of rat soleus muscles. *Journal of Physical Therapy Science*, 14, 21-26.
- Thomason, D. B., & Booth F. W. (1990). Atrophy of the soleus muscle by hindlimb unweighting. *Journal of Applied Physiology*, 68, 1-12.
- van Meeteren N. L., Brakkee J. H., Hamers F. P., Helders P. J., & Gispens W. H. (1997). Exercise training improves functional recovery and motor nerve conduction velocity after sciatic nerve crush lesion in the rat. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 70-77.
- Yoon, B. C., Yu, B. K., & Lee, M. H. (2000). Exercise effects on the atrophy of denervated muscles in rat. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 7(3), 34-48.