

채찍증후군 환자에 대한 고유수용성신경근 촉진법의 견갑골 패턴이
환자의 통증감소에 미치는 효과

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

이 문 환

경북전문대학 물리치료과

남 형 천

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

박 래 준

The Effects of Scapular Pattern of PNF on the Pain Level in
Whiplash Injury

Lee, Mun-hwan, P.T., M.S.

Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Graduate school, Daegu University

Nam, Hyoung-chon, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Kyung buk College

Park, Rae-joon, PT., Ph. D.

<Abstracts>

The purpose of this study was to assess the effectiveness of scapular pattern of PNF on the pain level in whiplash injury patients. Pain level were assessed prior, after first, after second, after third, after fourth, and after fifth treatment. All 6 times were calculated pain level.

To find out the effectiveness of scapular pattern of PNF, we were divide two groups. The one group was consisted of 25 patients that were treated with H/P electrical therapy and MFR, and the other group was consisted of 25 patients that were treated with H/P, electrical therapy, and scapular pattern of PNF.

The results were as follow:

1. There were statistical significance on the pain level in MFR group during all treatment periods($p < 0.05$).
2. There were statistical significance on the pain level in scapular pattern of PNF group all during treatment periods($p < 0.05$).
3. Scapular pattern of PNF group had more statistical significance than MFR group on the pain level during all treatment periods($p < 0.05$).

Consequently, this study suggest that scapular pattern of PNF technique has a very effectiveness to the whiplash injury patients.

I. 서론

채찍(whiplash)이라는 용어는 경추부에 가해지는 힘의 가속-감속기전이라고 정의 내려질 수 있으며, 이것은 후방추돌이나 혹은 측면충격에 의한 자동차 사고에 의해 주로 유발되지만 그 외에도 다이빙이나 여타 다른 사고로 인해서도 발생할 수 있다. 손상시 가해지는 충격은 골격의 구조적인 문제와 연부조직 손상을 일으키며, 그 결과 채찍관련장애(whiplash-associated disorder, WAD))라고 불리워지는 다양한 임상적인 증상을 야기하기도 한다(Spitzer et al., 1995). 경추부위에 가해지는 가속-감속기전에 의한 에너지 전달에 의해 발생하는 채찍증후군의 주 증상은 경부통증과 경직(stiffness) 그리고 두통 등이 일반적인 주증상이다(Spitzer et al., 1995).

채찍증후군의 유병율은 전 세계적으로 다양하게 보고 되고 있는데 오스트레일리아에서는 인구 100,000당 39명(Mills & Horne, 1986)이며, 캐나다에서는 100,000명당 70명(Spitzer et al., 1995)이었으며, 네델란드에서는 인구 100,000명당 94명에서 188명(Wismans & Huijkens, 1994) 정도가 침범된다고 보고 되어 있다.

손상당한 환자들의 대부분은 몇 개월 이내에 완전히 회복이 되지만 가끔은 만성화되기도 하고(Barnsley et al, 1993) 경추의 퇴행성 변화를 초래하는 심각한 병적인 상황이 발생하기도 하는데(Watkinson et al., 1991; Hamer et al., 1993), 선행연구에서 밝혀진 바에 의하면 채찍증후군 환자의 약 19%에서 60%정도는 손상 후 약 6개월이 지나도록 불편을 호소하기도 하며(Barnsley et al., 1994; Stovner, 1996; Freeman et al., 1998), 환자의 약 13%에서 50% 정도는 원래의 직장으로 복귀할 수 없는 상태가 되거나 심한 경우에는 가벼운 일상적인 일도 할 수 없게 되기도 한다(Gargan & Bannister, 1994; Harder et al., 1998).

이상과 같이 질병이 장기화되고, 만성화되는 이유에 대해서는 다양한 견해들이 제기되어 있는데 사회-인구학적(socio-demographic) 상태와 충돌과(crash)과 관련된 요인(Radanov et al., 1995), 법적소송(litigation)과 관련된 요인(Spitzer et al., 1995; Cassidy et al., 2000; Côté et al., 2001a), 신체적인 요인과 심리사회적인 요인(Schrader et al., 1996; Radanov et al., 1996), 그리고 통증에 대한 기대와 같은 비신체적인 요인들(Obelieniene et al., 1999; Schrader et al., 1996; Kasch et al., 2000)과 보상의 유형(Cassidy et al., 2000) 등이 통증이 만성화 되는데 관여하는 중요한 요소들이다.

따라서 채찍손상이후에 발생하는 급성증상의 만성화에 대한 명확한 이해를 위해서는 생체심리사회적인 모델(biopsychosocial model)의 구성요소인 생물학적인 요소, 심리적인 요소, 그리고 사회적 요소를 통합해서 고려할 필요가 있을 것이다(Ferrari & Schrader, 2001). 그리고 나이, 성별, 통증의 정도(base line), 방사선적 증상 또한 손상 후 예후를 암시하는 중요한 요소가 되며(Côté et al., 2001b) 손상초기 높은 통증지수가 환자의 기능적인 회복을 지연시키는 가장 중요한 예견자인 한편 coping, 불안, 인지, 교육수준, 두부손상(head restraint), 좌석벨트착용 유무 등도 예후를 진단하고 치료를 하는데 도움이 된다(Gwendolijne, 2003).

만성적인 경추부 통증은 남성보다 여성에게 더 호발하는 것으로 알려져 있는데(Anderson et al., 1993; Aromaa & Koskinen et al., 1994; Coté et al., 1998), 그 이유에 대해 Staudte 와 Dühr(1994)는 여성이 남성에 비해 상대적으로 낮은 경부근력을 보유하고 있기 때문에 근피로 증상에 더 쉽게 노출되게 되어 만성적인 경부통증이 더 높은 유병율을 보인

다고 주장했다. 그 외에도 경추신전근 약화(Jordan과 Mehlsen, 1993), 경추굴곡근 약화(Barton & Hayes, 1996), 경부 근육의 높은 근 피로도(Gogia & Sabbahi, 1994), 경추신전근과 굴곡근 약화(Jordan et al., 1997; Chiu & Lo, 2002), 경추 회전근의 약화(Ylinen et al., 2003)로 인해서 경부통증이 쉽게 발생하고, 또한 이미 발생한 통증에 대해서는 만성화되는 경향이 있다고 주장하고 있으며, 또 다른 한편 몇몇 연구자들은 경부통증이 있는 환자에게서 경추굴곡과 신전의 관절가동범위가 감소된다고 하였다(Alaranta et al., 1994; DallAlba et al., 2001; Hagen et al., 1997; Jordan et al., 1997).

하지만 이러한 주장에 대해 Ylinen 등등(2003)은 179명의 여성 사무직 종사자를 대상으로 통증과 경부근력 그리고 관절가동범위를 조사한 연구결과에서 통증과 근력과 관절가동범위 사이에는 아무런 유의성이 없다고 주장하면서 치료의 초점은 경부근력강화가 아니라 통증 역치를 상승시킬 수 있는 조치를 취해야 한다고 주장했다. 또한 경추부위에 발생하는 국소적인 이질통은 환자 스스로 손상에 대한 두려움을 갖게 하여 의식적으로 최대 힘 발생을 발휘하지 못하는 요인이 되기 때문에 실제적인 최대근력검사는 신뢰할 수 없다고 주장했다(Ylinen et al., 2003).

이러한 주장을 뒷받침할만한 근거를 보면 Nederhand 등등(2003)은 응급실에 내원한 92명의 환자를 대상으로 표면근전도를 이용하여 상승모근(upper trapezius)의 활성화에 대해 알아본 결과 급성기 뿐만 아니라 6개월의 추적조사에서도 상승모근의 활성화가 일어나지 않았으며, 오히려 감소하는 경향을 보인다고 보고하였으며, Lund 등등(1991)이 제기한 통증적응모델(pain adaptation model)에서도 등척성운동과 동적운동(dynamic exercise)시에 관찰되는 근육의 활성화 정도가 감소하는 실험결과를 보여주는데 이러한 신경생리학적 모델이 제시하는 바는 해당 분절수준에서 유해수용성 개재신경원이 상호적인(reciprocal) 방법으로 주동근과 길항근에 영향을 미친다는 것을 제시하고 있다. 결과적으로 근골격계 손상은 주동근이나 혹은 통증점 주위에 위치해 있는 해당분절의 움직임에 관여하는 근육의 활동을 감소시키게 될 것이다. 또한 동시에 통증이 발생하는 운동을 회피하는 것은 경추부와 견관절 주위에 위치한 근육의 재협응(recoordination)을 유도 하거나, 길항근 혹은 협력근들의 근육활동을 증가시키게 될 것이다(Marc J et al., 2003). EMG biofeed back을 이용한 또 다른 연구에서 밝혀진 바에 의하면 손상당한 경추부에 가해지는 부하의 상당 부분이 능형근(rhomboides)과 중승모근(transverse part of trapezius muscle)으로 이동하게 된다는 연구결과가 있다(Palmerud et al., 1998). 또한 Madeleine 등등(1999)은 건강한 피실험자의 승모근(trapezius)에 hypertonic saline을 주입하여 실험적인 근통증을 유발시킨 후 EMG 활동을 기록한 결과 극하근의 활성화도는 증가하며, 삼각근의 활성화도는 감소한다고 보고하였다.

통증이 만성화 된다면 다양한 치료적인 접근에도 불구하고 회복시키는데 어려움을 겪기도 한다(Byrn et al., 1993; Evans et al., 1994; Lord et al., 1996). 따라서 조기에 효과적인 치료 접근이 이루어져야 하는데 현재까지 보고 된 치료양식들에 대해 살펴보면 경피신경전기자극(박래준 등, 2000), 척수경막전기자극(electrical spinal cord stimulation, ESCS)(Kirvelä & Kotilainen, 1999), 침술치료(Needle acupuncture)(조성규 등, 2001; Irnich et al., 2001; Irnich et al., 2002; Vickers, 2001), 보툴리눔 독소 A(botulinum toxin serotype A)(Lang, 2003) 등이 있으며, 그 외에도 현재 임상에서는 온열치료, 전기치료, 도수치료, 안정(immobilization), 견인(traction), 마사지 그리고 환자교육 등이 이루어지고 있다.

또한 현재 임상에서 흔히 사용하고 있는 치료기술 중에 하나가 근막이완술이다. 1992년 Travell과 Simons가 근막통증증후군이라는 용어를 처음 사용하였는데, 근막통증증후군(myofascial pain syndrome, MPS)이란 근육에 형성된 단단한 띠(taut band)로 인해 하나 혹은 여러 개의 통증점(trigger points)이 형성된 급성 혹은 만성적인 국소 근육통을 말하는 것으로서 정형외과 영역에서는 약 21%정도가 근막통증증후군환자인데 반해 통증클리닉(pain management centers)을 내원하는 환자의 85%에서 93%정도가 근막통증증후군 환자로 보고 되어 있다(Borg-Stein, 2002). 통증유발점에서 만져지는 결절(nodule)에 대한 조직학적 소견은 아직까지 밝혀지지 않았지만 근세포가 거대 원세포(giant round cell)로 변형된다는 보고가 있으며(Simons & Stolov, 1976), 이 거대 원세포가 나타나는 것은 국소적인 'energy crisis' 때문에 생긴 허혈로 근섬유가 손상된 결과이며, 근섬유분질(sarcomeric) 구조의 변형에 의한 것이라고 알려져 있다(Simon et al., 1999).

근막(myofascia)이란 기능적으로 머리끝에서 발끝까지 이루는 3차원의 거미줄 망으로 전신에 펼쳐져 있는 강인한 결합조직을 말하는 것인데(Barnes, 1995), 근막의 주된 기능은 신체를 정상적인 형태로 보존시켜주고, 생명유지에 필요한 기관들이 올바른 위치에 유지될 수 있도록 도와주며, 기계적인 스트레스에 대해 내부적·외부적으로 모두 견딜 수 있게 해 주는 기능을 하는 것으로서 근막이완술은 인체의 불균형을 균형된 상태로 유도함으로써 인체를 가장 편안하고 안정된 상태로 만드는 치료기술이다(박지환, 1999).

근막이완술에 의해 나타나는 근육의 긴장은 실제로는 근막단위를 긴장시키는 것인데(Manheim, 1994), 근막이완술은 수직배열을 개선시켜 주고 짧아진 신체를 늘려주어 빠르된 구조물, 신경, 혈관과 내장이 적절하게 기능을 할 수 있는 보다 넓은 공간을 제공해 주게 된다(Barnes, 1995). 근막이완술의 적용범위는 통증, 운동제한, 경직, 신경학적 기능부전, 그리고 두통, 측두하악관절 통증과 기능부전, 스포츠 손상 까지 다양한 근골격계 질환에 폭넓게 적용될 수 있기 때문에(박지환, 1999) 현재 임상에서 근골격계 질환과 관련된 통증 조절을 목적으로 흔히 사용하고 있는 치료기술 중에 하나이다.

PNF의 견갑골운동패턴은 외전, 내전, 거상, 하강, 상방회전, 하방회전으로 이루어져 있어서 견관절의 가동범위 증가를 목적으로 시행하고 있는 치료기술이지만(배성수 등, 1999), 견갑골의 안정성에 관여하는 대표적인 근육인 능형근과 전거근, 견갑하근 그리고 표재근인 승모근 등의 이완을 목적으로도 적용할 수 있는데 임상에서 환자를 치료하다보면 통증점에 대한 직접적인 압박보다는 PNF의 견갑골 패턴을 적용했을 때 환자가 더 편안하게 느끼며, 또한 통증감소와 기능개선에 더 효과적이라는 점을 경험하게 되는데 따라서 본 연구자는 체쩍손상으로 인해 물리치료실을 내원한 환자를 대상으로 근막이완술과 PNF의 견갑골 패턴을 적용하여 통증감소에 미치는 효과에 대해 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2003년 9월 1일부터 2003년 12월 31일까지 진주시에 소재한 S병원 물리치료실에 경부염좌(cervical sprain)라는 진단을 받고 내원한 환자 중 교통사고에 의한 체쩍증후군환자를 대상으로 근막이완술군 25명과 PNF의 견갑골패턴군 25명 총 50명을 대상으로

하였다.

2. 연구방법

연구대상자에게 모두 기본적으로 온습포 20분, 전기치료 15분을 적용하였으며, 그 다음 근막이완술과 PNF의 견갑골 패턴을 적용하였다.

1) 근막이완술

근막이완술의 적용은 환자로 하여금 똑바로 누운자세(supine position)를 취하게 한 후 테이블의 끝에 머리를 위치시킨 후 치료사가 환자의 머리맡에서 의자에 앉고, 양 손은 두개골 기저부를 컵 모양으로 잡아 단축된 후경부 근육을 신장시키는 견인력을 적용하였다.

근막의 충분한 이완을 획득하기 위해서 최소한 90초에서 120초 정도를 신장시킨 후 이완시키는 동작을 반복하였으며, 또한 경직된 후경부 근육을 최대한 신장시키기 위해 치료사의 한손과 체간을 이용해 경추를 측굴시키고 다른 한 손으로는 경직된 후경부에 대해 환자가 통증을 견딜 수 있는 범위 이내에서 심부마찰마사지(deep friction massage)를 적용하였다.

2) 견갑골패턴

견갑골 패턴의 적용은 환자로 하여금 엎드려누운자세(prone position)를 취하게 하여 가벼운 맛사지를 적용한 후 환자가 통증을 견딜 수 있는 범위 내에서 견갑골패턴을 적용시켰다. PNF의 견갑골운동패턴의 구성은 외전, 내전, 거상, 하강, 상방회전, 하방회전으로 이루어져 있어서 견관절의 가동범위 증가를 목적으로 시행하고 있는 치료기술이지만 견갑골의 안정성에 관여하는 대표적인 근육인 능형근과 전거근, 견갑하근, 그리고 표재근인 승모근 등의 이완을 목적으로 하였기 때문에 본 연구자는 외전, 거상, 상방회전만 적용하였으며, 또한 옆으로 누운자세(side lying position)가 아닌 엎드려누운자세에서 시행하였다.

3) 측정방법

통증감소의 유무를 알아보기 위해 시각적 상사척도(visual analogue scale, VAS)를 이용하여 환자로 하여금 직접 체크하는 방식을 선택하였는데 통증의 최고치를 10, 최소치를 0으로 하여 10개의 구간이 표시된 종이위에 직접 체크하도록 하였으며, 치료전, 1회치료후, 2회치료후, 3회치료후, 4회치료후, 5회치료후 총 6회 동안 통증감소의 유무를 기록하였다.

3. 자료분석

SPSS 10.0 for Window를 이용하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 치료구간별 유의수준을 알아보기 위해 Scheffe의 사후검정을 실시하였다. 근막이완술군과 PNF의 견갑골패턴군간의 유의수준을 알아보기 위해서 독립표본 T검정을 실시하였으며, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자 총 50명 중 성별은 남자가 25명(50%), 여자가 25명(50%)이었으며, 나이는 10세에서 19세가 3명(6%), 20세에서 29세가 16명(32%), 30세에서 39세가 17명(34%), 40세에서 49세가 9명(18%), 50세에서 59세가 5명(10%)이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

	구 분	빈 도	퍼 센 트
성 별	남	25	50
	여	25	50
	합계	50	100
나 이	10대	3	6
	20대	16	32
	30대	17	34
	40대	9	18
	50대	5	10
	합계	50	100

2. 치료횟수에 따른 근막이완술군과 PNF의 견갑골패턴군의 통증의 변화

근막이완술과 PNF의 견갑골패턴의 치료횟수에 따른 통증의 변화를 검정하기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 결과는 다음과 같다.

근막이완술군의 치료전 평균과 표준편차는 6.40 ± 0.82 , 1회치료후 5.00 ± 0.65 , 2회치료후 4.80 ± 0.76 , 3회치료후 4.80 ± 0.76 , 4회치료후 3.60 ± 0.81 , 5회치료후 3.20 ± 0.40 으로 치료횟수에 따라 통증은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$)(Table 2)(Figure 1).

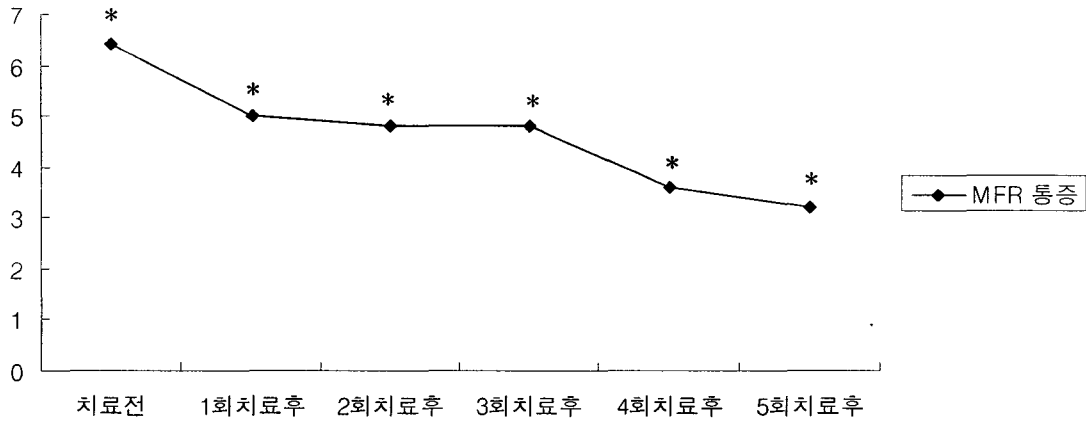
PNF의 견갑골패턴군의 치료전 평균과 표준편차는 7.60 ± 0.50 , 1회치료후 6.00 ± 0.65 , 2회치료후 5.20 ± 0.41 , 3회치료후 4.20 ± 0.41 , 4회치료후 3.20 ± 0.41 , 5회치료후 2.20 ± 0.41 로 치료횟수에 따라 통증은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$)(Table 2)(Figure 2).

Table 2. The change of pain level with MFR and scapular pattern of PNF during treatment periods

	MFR		Scapular pattern of PNF	
	Mean	SD	Mean	SD
치료전	6.40	0.82	7.60	0.50
1회치료후	5.00	0.65	6.00	0.65
2회치료후	4.80	0.76	5.20	0.41
3회치료후	4.80	0.76	4.20	0.41
4회치료후	3.60	0.81	3.20	0.41
5회치료후	3.20	0.40	2.20	0.41

3. 치료횟수별 근막이완술군의 통증에 대한 사후검증

근막이완술 치료에 대한 각 치료횟수별 통증감소의 차이를 알아보기 위해 Scheff 사후검정을 실시한 결과 모든 구간에서 유의하게 감소하였다($p < 0.05$)(Figure 1).



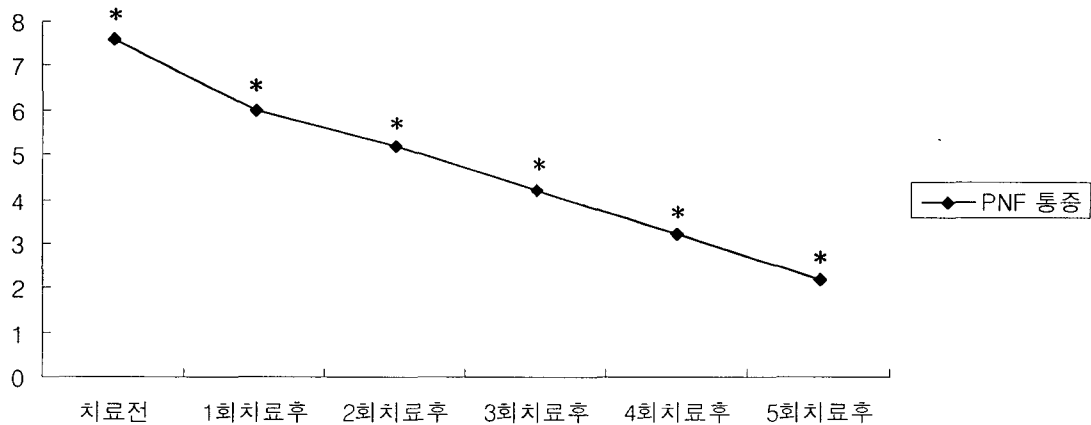
*MFR : myofascial pain release

* $p < 0.05$

Figure 1. Change of pain level with MFR during treatment periods

4. 치료횟수별 PNF의 견갑골 패턴군의 통증에 대한 사후검증

PNF의 견갑골패턴 치료에 대한 각 치료횟수별 통증감소의 차이를 알아보기 위해 Scheff 사후검정을 실시한 결과 모든 구간에서 유의하게 감소하였다($p < 0.05$)(Figure 2).

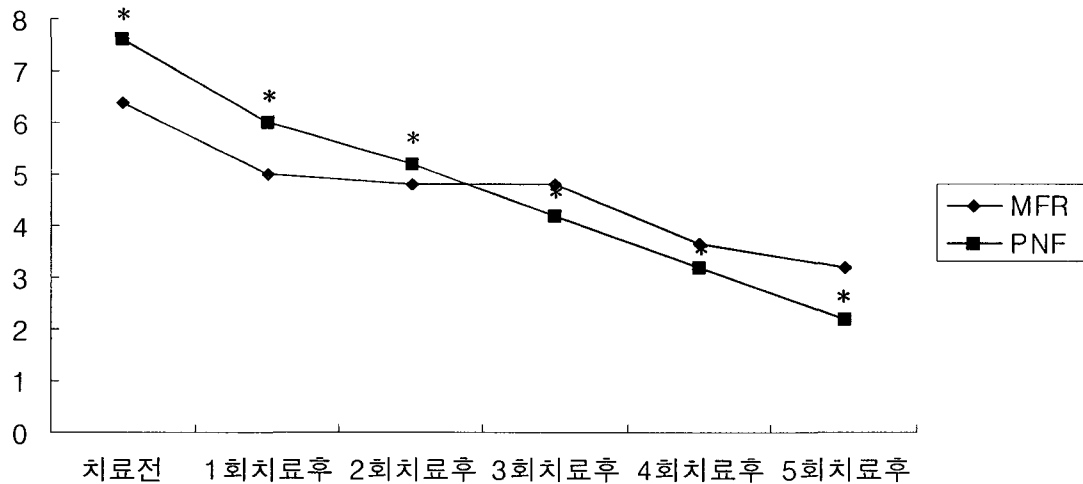


* $p < 0.05$

Figure 2. Change of pain level with scapular pattern of PNF during treatment periods

5. 근막이완술군과 PNF의 견갑골패턴군 간의 통증수치 비교

근막이완술군과 PNF의 견갑골폐턴군 간의 통증수치의 유의성을 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과 치료전, 1회치료후, 2회치료후, 3회치료후, 4회치료후, 5회치료후 모든 구간에서 PNF의 견갑골폐턴군이 근막이완술군보다 통증이 유의하게 감소하였다 ($p < 0.05$)(Figure 3).



* $p < 0.05$

Figure 3. Change of pain level between MFR and scapular pattern of PNF during treatment periods

IV. 고찰

채찍증후군은 자동차의 후방추돌에 의한 갑작스럽고 급작스런 두부의 움직임에 의해 주로 발생하게 되며 또한 경추의 과도한 굴곡과 신전을 초래하게 되는데 이런 경우 환자는 사고 발생 후 첫날부터 점진적인 경부통증과 경직(stiffness)을 호소하게 된다(Dean et al., 1987). 이러한 증상은 대부분 몇 개월 이내에 완전히 회복이 되지만 가끔은 만성화되기도 하고(Barnsley et al, 1993) 수년간 지속되기도 하여 일상생활에 장애요소로 작용하기도 하며(Jonsson et al., 1994; Maimaris et al., 1988; Norris & Watt, 1993), 또한 장기화되어 수많은 보험금을 부담하게 된다(Mendelson, 1982).

만성적인 경추부 통증은 경추의 관절가동범위에 영향을 미치게 되어(Hagen et al., 1997) 심각한 불편함과 일상생활에 지장을 주는 한편 의학적으로, 사회적으로 중요한 문제가 되고 있는데(Bland, 1987; Bovim et al., 1994), 그 수치에 대해서는 채찍증후군 손상을 당한 환자의 약 6%정도가 1년이 지난 후에도 회복되지 않고 만성화되는 경향이 있다(Kirvelä & Kotilainen, 1999).

채찍손상 이후에 나타나는 주 증상은 후경부, 어깨, 등 그리고 견갑골 주위에 발생하는 통증과 뒷머리 무거움, 두통, 피로감 등이 있으며(이상호, 1999), 목이 뻣뻣하거나 통증이 생기면서 관절가동범위가 제한되고 심해지면 신경근의 병변부위에 따라 상지로의 방사통, 근약증과 근위축을 일으키게 되는(Reynold et al., 1968) 흉곽출구증후군(thoracic outlet syndrome)증상이 나타나기도 하며, 경우에 따라서는 경추의 퇴행성 변화가 일정정도 진행된 환자에게서 급성 추간판탈출증 증상을 보이기도 하는데 이런 경우 물리치료 등의 보존적

인 요법으로 치유가 되지 않을 경우 최종적으로는 수술을 시행하기도 한다.

채찍손상 후 초기 증상으로 나타나는 가장 대표적인 것은 경추부위의 통증과 두통이다. 이러한 결과는 사고로 인해 발생하는 경추부의 연부조직 손상에 기인되는 것이긴 하지만 (Marc J et al., 2003), 사고로 인해 발생하는 연부조직 손상에 대해 통증 단독으로 작용한다는 주장에 대해 반대의견도 제기되어 있다. 즉 사고이후에 나타나는 초기증상인 경추부 통증과 두통은 비특이적인 것이며, 일반인들 사이에서도 흔히 발생하는 일반적인 현상이라는 주장이다(Anderson et al., 1993; Bovim et al., 1994; Brattberg et al., 1998).

채찍증후군의 손상기전에 대해서 살펴보면 제 1단계에서는 상흉추부위만 앉은 좌석에 의해 견관절 수준에서 오직 전방으로 이동하게 되는데 이러한 결과는 관성(inertia)에 의해 두부에 비해 흉추의 순수한 전방병진운동이 발생하게 된다. 이러한 효과는 특수하게 제작된 마네킨의 실험을 통해서 밝혀졌으며(Svensson & Lovsund, 1992; Davidsson et al., 1998), 또한 사체연구를 통해서 밝혀졌다(McConnell et al., 1993; Geigl et al., 1994; Castro et al., 1997; Eichberger et al., 1998; Ono et al., 1998; Svensson, 1998; Yoganandan et al., 1998; Wheeler et al., 1998). 두부와 흉추사이에서 발생하는 이러한 병진운동은 상경추부는 전방굴곡시키고, 하경추부는 후방굴곡, 즉 신전시키면서 C7에서 C0의 척추를 S 형을 만들게 한다(Penning, 1994). 상경추수준에서의 관절면은 다소 편평하게 하고, 각 추체사이에서는 회전운동이 발생하게 된다. 제 2단계에서는 두부의 후방병진운동이 발생하게 되는데 이때 발생하게 되는 상경추부의 전방굴곡과 신장은 근육통, 후경부의 압통과 대후두신경의 신장에 의해서도 발생하게 되는 후두통을 유발하는 원인이 되기도 한다(Walz & Muser, 2000).

충격에 대한 첫 단계에서 앉은 의자에 의해 발생하는 가속력은 흉추의 만곡을 줄여서 일직선이 되게 하며, 특히, 척추에 압박력을 증가시키며, 그 다음 전단력(shearing force)을 증가시키게 된다(Yang et al., 1997). 이러한 미끄러짐(sliding)운동은 소관절면(zygapophyseal joint)의 끼임증상을 발생시키게 된다(Ono et al., 1998). 또 다른 손상기전은 경추의 S자 형이 정맥순환과 뇌척수액을 압박하게 되어 신경근을 손상시키는 요인이 되기도 한다(Aldman, 1986; Bostrom et al., 1998; Svensson, 1998).

1950년대 이후 수많은 연구자들에 의해 채찍증후군에 대해 연구를 해왔는데 특히 안전벨트를 착용한 40세에서 49세 사이의 여성에게서 주로 호발하며, 뒷자리 승객좌석 탑승자가 가장 안전한 것으로 밝혀졌다(Dolinis, 1997). 채찍손상에 의해 발생하는 경추부 손상은 이외에도 외상, 골관절염, 류마티스관절염, 신경포착증후군, 건염, 경추추간판탈출증, 경추증, 그리고 전이된 종양 등에 의해서도 발생할 수 있다(Macnab & McCulloch, 1994). 그리고 목과 견부통증은 여성과 두통의 병력이 있는 환자, 다른 관절에 통증이 동반된 환자, 심리적인 스트레스에 노출된다던지 정신신체적인(psychosomatic)인 문제를 갖고 있는 환자에게 호발하는 것으로 알려져 있다(Määkelä et al., 1991; Leclerc et al., 1999; Rekola et al., 1997).

이러한 경추부 손상에 대한 치료접근은 다각적으로 이루어지고 있지만 적절한 치료결과에 대한 합의가 이루어지지 않고 있는 상황이다(Aker et al., 1996). 그 예를 살펴보면 박래준 등(2000)은 가벼운 접촉사고 경험이 있는 환자 3명과 외상없이 경부근의 경직과 두통이 있는 환자 2명 총 5명의 환자를 대상으로 경피신경전기자극을 실시하여 뇌혈류속도를 측정하고 결과 치료 2주 후부터 뇌혈류속도가 증가하였다고 보고하였는데, 이것이 암시하는 바는 경피신경전기자극이 후경부근육을 자극한 결과로 인한 것이기 때문에 경부통증감소에도 효과

가 있다는 것을 암시하는 것이다. Lang(2003)은 보툴리눔 독신 A와 B(botulinum toxin serotype A and B, BTX-A and BTX-B)를 주입한 환자 91명의 차트를 대상으로 조사한 결과 BTX-A가 BTX-B에 비해 통증이 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 그리고 조성규 등(2001)은 경견부 근막통증증후군 환자 20명을 대상으로 승모근(trapezius), 견갑거근(levator scapular), 극상근(supraspinatus), 극하근(infraspinatus), 능형근(rhomboideus)에 침술치료를 적용하여 통증감소 유무를 알아본 결과 치료직후 보다는 치료 2~3일 후에 유의한 감소를 보였다고 보고하였으며, Irnich 등등(2002)은 만성적인 경추부 통증을 가진 36명의 환자를 대상으로 전통적인 중국의학(Traditional Chinese Medicine, TCM)의 사슬이론(the theory of channels)에 근거한 원위부침술법(Needle acupuncture at distant point)과 근막통증점(myofascial trigger points)에 처치하는 국소침술법(Dry needling) 그리고 근막통증점에 침점레이저(Same laser acupuncture)법을 이용하여 경추부 통증과 관절가동범위의 변화에 대해 알아본 결과 원위부침술법(Needle acupuncture at distant point)이 가장 효과적이었다고 보고하였다. Kirvelä & Kotilainen(1999)은 침대에서 떨어지면서 경추부 염좌를 당한 후 9년 동안 통증을 호소해온 해군장교 1인을 대상으로 척수경막전기자극기(electrical spinal cord stimulation, ESCS)를 이용한 사례연구에서 통증이 유의하게 감소하여 효과적이었다고 보고하였다. 그 외에도 임상에서 통증조절을 위해 적용하고 있는 치료 기술 중에 하나가 카이로프락틱인데 Ernst(2003)는 경추부통증환자에 대한 카이로프락틱 적용에 관한 고찰연구에서 카이로프락틱이 전통적인 운동치료에 비해 통증감소와 관절가동범위증가에 효과적이라고는 말할 수 없다고 주장하였다.

경추부 통증으로 인해 병원을 내원하는 대부분의 환자들은 대부분 약물과 물리치료에 의존하게 되는데 현재 널리 사용되고 있는 치료약물에는 비스테로이드성 항염증제, 항역제, 알파아드레날린길항제, 항경련제 그리고 마취제 등이 사용되고 있지만 그 효과만큼이나 심각한 부작용 또한 제기되고 있는데 특히 노인환자에게서 심각한 부작용이 나타날 가능성은 다분하다(Lang, 2003). 따라서 비침습적이고, 부작용 없이 안전하게 치료를 시행할 수 있는 치료기술이 맨손치료(manual therapy)이며, 그 중에 하나가 근막이완술이다.

일단 근막통증증후군이 발생하게 되면 인근부위로 전위되는 연관통이 나타나게 되는데 일반적으로 통증유발점이 후경부 근육에 생기면 연관통증은 후두부, 측두부, 안와부 등에 생기고, 이명이나 어지러움증 등이 생길 수도 있으며, 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid)에 통증유발점이 생기면 전두부 두통과 어지러움이 생길 수 있다. 그리고 견갑부에 통증유발점이 있으면 연관통은 주로 상지에 발생하고, 요배부에 통증유발점이 있으면 둔부나 하지에 발생하게 된다(김중문, 2001). 이에 대한 치료법으로는 냉각분무법 및 신전술과 통증유발법 주사법, 맛사지, 심부열치료, 전기치료, 초음파 등 다양하게 소개되어 있다(김중문, 2001).

교통사고나 낙상 또는 외력 등의 외상에 의한 손상이던, 장기간의 정적인 자세에 의한 자연적으로 발생한 손상이던 간에 환자가 주로 호소하는 통증부위는 후경부 근육과 함께 승모근이 위치하는 부위로 넓게 산재해 있는 것을 볼 수 있다. 또한 임상에서 환자를 치료하다 보면 환자가 가장 심하게 통증을 호소하는 후경부 부위만 접근하는 소극적인 접근방식으로 빠른 회복을 기대할 수 없을 뿐만 아니라 오히려 통증이 장기화되어 만성화되는 경우를 보게 되는데, 따라서 본 저자는 견갑골의 움직임과 그에 관련된 전체적인 근육으로 확대시켜 치료를 적용했을 때 더 빠른 통증감소 효과가 있다는 경험을 바탕으로 2003년 9월 1일부터 2003년 12월 31일까지 진주시에 소재한 S병원 물리치료실에 경부염좌(cervical sprain)라는 진단을 받고 내원한 환자 중 교통사고에 의한 채찍증후군환자를 대상으로 근막

이완술군 25명과 PNF의 견갑골패턴군 25명 총 50명을 대상으로 근막이완술과 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular fascilitation, PNF)을 적용한 군간의 통증감소유무를 알아보기 위해 본 연구를 수행하였는데, 근막이완술을 적용한 군과 고유수용성 신경근 촉진법의 견갑골 패턴을 적용한 군 모두 통증이 유의하게 감소하여 경부통증환자의 치료에 효과적인 것으로 나타났다. 특히 두 군간의 유의성을 비교했을 때는 근막이완술군에 비해 고유수용성신경근 촉진법의 견갑골 패턴군에서 통증이 더 유의하게 감소하였는데 이는 이후 임상에서 채찍증후군 손상으로 인한 환자의 경부통증 감소를 목적으로 적절히 시행할 수 있을 것으로 사료되며, 또한 경부주위에 발생하는 모든 근골격계질환환자의 통증감소 목적으로도 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 2003년 9월 1일부터 2003년 12월 31일까지 경추부 염좌(cervical sprain)라는 진단을 받고 물리치료실을 내원한 환자 중 교통사고에 의한 채찍증후군환자를 대상으로 근막이완술군 25명과 PNF의 견갑골패턴군 25명 총 50명을 대상으로 통증감소에 미치는 효과에 대해 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근막이완술을 적용한 군의 치료횟수별 통증은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).
2. 고유수용성신경근촉진법의 견갑골 패턴을 적용한 군의 치료횟수별 통증은 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).
3. 두 군간의 통증감소 비교에서는 근막이완술군에 비해 고유수용성신경근촉진법의 견갑골 패턴군이 더 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

이상의 결과가 암시하는 것은 채찍손상으로 인한 경추부 통증환자를 치료하는데 있어서 고유수용성신경근촉진법의 견갑골 패턴이 효과적인 것으로 사료된다. 따라서 임상에서 채찍증후군 손상으로 인한 환자의 경부통증 감소를 목적으로 적절히 시행할 수 있는 한편 경부주위에 발생하는 모든 근골격계질환환자의 통증감소 목적으로도 사용될 수 있는 만큼 급성 경부통증환자를 만성화시키지 않고 빠르게 회복시킬 수 있어 환자에게 다가가는 치료사의 신뢰도 향상에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

<참고문헌>

- 김중문 : 근막통증증후군의 일차의료적 접근, 가정의학회지, 22(9), 1315-1320, 2001.
 박래준, 김진상, 이인학 등 : 전기치료가 긴장형 두통환자의 뇌 혈류속도에 미치는 영향, 대한물리치료학회지, 12(3), 349-359, 2000

- 박지환 : 근막이완술을 이용한 파스 이완술에 관한 고찰, 대한 물리치료사학회지, 11(3), 107-113, 1996.
- 배성수, 최재원, 정현애 등 : 고유수용성신경근축진법 건갑골패턴의 생역학적 분석, 대한물리치료학회지, 11(3), 65-69, 1999.
- Aker PD, Gross RA, Goldsmith CH et al. : Conservative management of mechanical neck pain: a systematic overview and metaanalysis. *BMJ*, 313, 1291-1296, 1996.
- Alaranta H, Hurri H, Heliövaara M et al. : Flexibility of the spine: normative values of goniometric and tape measurements, *Scand J Rehabil Med*, 26, 147-154, 1994.
- Aldman B : An Analytical Approach to the Impact Biomechanics of Head and Neck, 30th AAAM Conference Proceedings, 439-454, 1986.
- Anderson HI, Ejlertsson G, Leden I et al. : Chronic pain in a geographically defined population: studies of differences in age, gender, social class, and pain localization, *Clin J Pain*, 9, 174-182, 1993.
- Aromaa A, Koskinen S. : Health and functional capacity in Finland. Baseline results of the Health 2000 health examination survey. Publications of the National Public Health Institute B3/2002, Helsinki 2002.
- Barnes JP : *PT Today*, January, 1995.
- Barnsley L, Lord SM, Bogduk N. : The pathophysiology of whiplash, *Spine State Art Rev*, 7, 329, 1993.
- Barnsley L, Lord S, Bogduk N. : Whiplash injury: clinical review, *Pain*, 58, 283-307, 1994.
- Barton PM, Hayes KC. : Neck flexor muscle strength, efficiency, and relaxation times in normal subjects and subjects with unilateral neck pain and headache, *Arch Phys Med Rehabil*, 77, 680-687, 1996.
- Bland J. : *Disorders of the cervical spine*, Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 1987.
- Borg-Stein J, Simons DG : Focused review: Myofascial pain, *Arch Phys Med Rehabil*, 83(Suppl 1), S40-S49, 2002.
- Bostrom O, Svensson MY et al. : A New Neck Injury Criterion Candidate based on Injury Finding in the Cervical Spinal Ganglia after Experimental Neck Extension Trauma, *IRCOBI Conference Proceedings*, Dublin, 123-136, 1998.
- Bovim G, Schrader H, Sand T. : Neck pain in the general population. *Spine*, 19, 1307-1309, 1994.
- Brattberg G, Thorslund M, Wikman A. : The results of a postal survey in a county of Sweden. *Pain*, 37, 215-222, 1998.
- Byrn C, Olsson I, Falkheden et al. : Subcutaneous sterile water injections for chronic neck and shoulder pain following whiplash injuries. *Lancet*, 341, 449-452, 1993.
- Cassidy JD, Carroll LJ, Côté P et al. : Effect of eliminating compensation for pain and suffering on the outcome of insurance claims for whiplash injury, *N Engl J Med*, 342, 1179-1186, 2000.
- Castro WHM, Schilgen M, Meyer S et al. : Do whiplash injuries occur at low

- speed? *European Spine Journal* 6, 366-375, 1997.
- Chiu TT, Lo SK. : Evaluation of cervical range of motion and isometric neck muscle strength: reliability and validity, *Clin Rehabil*, 16, 851-858, 2002.
- Coté P, Hogg-Johnson S, Cassidy JD. : The association between neck pain intensity, physical functioning, depressive symptomatology and time-to-claim-closure after whiplash, *J Clin Epidemiol*, 54, 275-286, 2001a.
- Coté P, Cassidy D, Carroll L. : The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of neck pain and related disability in Saskatchewan adults, *Spine*, 23, 1689-1698, 1998.
- Coté P, Cassidy D, Carroll L et al. : A systematic review of the prognosis of acute whiplash and a new conceptual framework to synthesize the literature, *Spine*, 26, E445-458, 2001b.
- DallÁlba PT, Sterling MM, Treleaven JM et al. : Cervical range of motion discriminates between asymptomatic persons and those with whiplash, *Spine*, 26, 2090-2094, 2001.
- Davidsson J, Svensson MY, Flogard A et al. : BioRID - A Biofidelic Rear Impact Dummy, *IRCOBI Conference Proceedings, Göteborg*, 377-390, 1998.
- Deans GT, McGalliard JN, Kerr M. : Neck sprain. A major cause of disability following car accidents, *Injury*, 18, 10-12, 1987.
- Eichberger A, Steffan H, Geigl BC et al. : Evaluation of the Applicability of the Neck Injury Criterion (NIC) in Rear End Impacts on the Basis Human Subject Tests, *IRCOBI Conference Proceedings, Göteborg*, 153-164, 1998.
- Ernst E. : Chiropractic spinal manipulation for neck pain: A systematic review, *The Journal of Pain* 4(8), 417-421, 2003.
- Evans RW, Evans RI, Sharp MJ. : The physician survey on the post-concussion and whiplash syndromes, *Headache*, 34, 268-274, 1994.
- Ferrari R, Schrader H. : The late whiplash syndrome: a biopsychosocial approach, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 70, 722-726, 2001.
- Freeman MD, Croft AC, Rossignol AM et al. : 'Whiplash associated disorders: redefining whiplash and its management' by the Quebec Task Force, A critical evaluation *Spine*, 23, 1043-1049, 1998.
- Gargan MF, Bannister GC. : The rate of recovery following whiplash injury, *Eur Spine J*, 3, 162-164, 1994.
- Geigl BC, Steffan H, Leinzinger P et al. : The movement of the head and cervical spine during rear end impact. *IRCOBI Conference Proceedings, Lyon*, 127-138, 1994.
- Gogia PP, Sabbahi MA. : Electromyographic analysis of neck muscle fatigue in patients with osteoarthritis of the cervical spine, *Spine*, 19, 502-506, 1994.
- Gwendolijne GM, Scholten-Peeters, Verhagen AP et al : Prognostic factors of whiplash-associated disorders: a systematic review of prospective cohort studies, *Pain*, 104, 303-322, 2003.

- Hagen KB, Harms-Ringdahl K, Enger NO et al. : Relationship between subjective neck disorders and cervical spine mobility and motion-related pain in male machine operators. *Spine*, 13, 1501-1507, 1997.
- Hamer AJ, Gargan MF, Bannister GC et al. : Whiplash injury and surgically treated cervical disc disease, *Injury*, 1993, 24, 549, 1993.
- Harder S, Veilleux M, Suissa S. : The effect of socio-demographic and crash-related factors on the prognosis of whiplash, *J Clin Epidemiol* 51, 377-384, 1998.
- Irnich D, Behrens N, Molzen H et al. : Randomised trial of acupuncture compared with conventional massage and 'shame' laser acupuncture for treatment of chronic neck pain, *BMJ*, 322, 1574-1577, 2001.
- Irnich D, Behrens N, Gleditsch JM et al. : Immediate effects of dry needling and acupuncture at distant point in chronic neck pain: results of a randomised, double-blind, shame-controlled crossover trial, *Pain*, 99, 83-89, 2002.
- Jonsson H, Cesarini K, ahlstedt B et al. : Findings and outcome in whiplash-type neck distortions, *Spine*, 19, 2733-2743, 1994.
- Jordan A, Mehlsen J. : Cervicobrachial syndrome and neck muscle function; effects of rehabilitation, *J Musculoskelet Pain*, 1, 283-288, 1993.
- Jordan A, Mehlsen J, østergaard K. : A comparison of physical characteristics between patients seeking treatment for neck pain and matched healthy individuals, *J Manip Physiol Ther*, 20, 468-475, 1997.
- Kasch H, Flemming WB, Jensen TS. : Handicap after acute whiplash injury. A 1-year prospective study of risk factors, *Neurology*, 56, 1637-1643, 2000.
- Lang AM. : A preliminary comparison of the efficacy and tolerability of botulinum toxin serotype A and B in the treatment of myofascial pain syndrome: A retrospective, Open-label chart review, *Clinical Therapeutics*, 25(8), 2268-2278, 2003.
- Leclerc A, Niedhammer I, Landre MF et al. : One year predictive factors for various aspects of neck disorders, *Spine*, 24(14), 1455-1462, 1999.
- Lord SM, Barnsley L, Wallis et al. : Percutaneous radio-frequency neurotomy for chronic cervical zygapophyseal-joint pain, *N. Engl. J. Med*, 335, 1721-1726, 1996.
- Lund JP, Donga R, Widmer CG et al. : The pain adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity, *Can J Physiol Pharmacol*, 69, 683-694, 1991.
- Maäkelä M, Heliövaara M, Sievers K et al. : Prevalence, determinants and consequences of chronic neck pain in Finland, *Am J Epidemiol*. 134, 1356-1367, 1991.
- Macnab I, McCulloch J. : Differential diagnosis of neck ache and shoulder pain, Baltimore: Williams and Wilkins, 439-464, 1994.
- Madeleine P, Lundager B, Voigt M et al., : Shoulder muscle coordination during chronic and acute experimental neck shoulder pain, *An occupational pain study*,

- Eur J Appl Physiol, 79, 127-140, 1999.
- Maimaris C, Barnes MR, Allen MJ. : Whiplash injuries of the neck: a retrospective study, *Injury*, 19, 393-396, 1988.
- Manheim : The myofascial release manual, 2nd edition, 11-22, 1994.
- McConnell WE, Howard RP, Guzman HM et al. : Analysis of human test subject kinematic responses to low velocity rear end impact, SP-975, SAE 930889, 21-30, 1993.
- Mendelson G. : Not 'cured by a verdict': effect of legal settlement on compensation claimants, *Med. J. Aust.*, 2, 132-134, 1982.
- Mills H, Horne G. : Whiplash: manmade disease? *N Z Med J*, 99, 373-374, 1986.
- Norris SH, Watt I. : The prognosis of neck injuries resulting from rear-end vehicle collisions, *J. Bone J. Surg.*, 65, 608-611, 1983.
- Nederhand MJ, Hermens HJ, IJzerman MJ et al. : Chronic neck pain disability due to an acute whiplash injury, *Pain*, 102, 63-71, 2003.
- Obelieniene D, Schrader H, Bovim G et al. : Pain after whiplash: a prospective controlled inception cohort study, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 66, 279-283, 1999.
- Ono K, Kaneoka K, Immami S. : Influence of Seat Properties on Human Vertebral Motion and Head/Neck/Torso Kinematics During Rear End Impacts, IRCOBI Conference Proceedings, Göteborg, 303-321, 1998.
- Palmerud G, Sporrang H, Herberts P et al. : Consequence of trapezius relaxation on the distribution of shoulder muscle forces: an electromyographic study, *J Electromyogr Kinesiol*, 8, 185-193, 1998.
- Penning L. : Hypertranslation of the head backwards; part of the mechanism of cervical whiplash injury, *Der Orthopade*, 23(4), 268-277, 1994.
- Radanov BP, Sturznegger M, Stefano GD. : Long-term outcome after whiplash-injury: a two year follow-up considering features of injury mechanism and somatic, radiologic, and psychosocial factors, *Medicine*, 74, 281-297, 1995.
- Radanov BP, Bègré S, Sturznegger M et al. : Course of psychological variables in whiplash injury: a 2-year follow up with age, gender and education pair0matched patients, *Pain*, 64, 429-434, 1996.
- Rekola KE, Levoska S, Takala J et al. : Patients with neck and shoulder complaints and multisite musculoskeletal symptoms—a prospective study, *J Rheumatol*, 24(12), 2424-2428, 1997.
- Schrader H, Obelieniene D, Bovim G et al. : Natural evolution of late whiplash syndrome outside the medicolegal context, *Lancet*, 347, 1207-1211, 1996.
- Simons DG, Stove WC. : Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle. *Am J Phys Med*, 55, 65-88, 1976.
- Simons DG, Travell JG, Simons LS. : Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual, Vol. 1, 2nd edition. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.
- Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR et al. : Scientific monograph of the Quebec

- Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "Whiplash" and its management, *Spine*, 20(Suppl), S1-S73, 1995.
- Staudte HW, Dühr N. : Age and sex dependent force-related function of the cervical spine, *Eur Spine J*, 3, 155-161, 1994.
- Stovner LJ. : The nosologic status of the whiplash syndrome: a critical review based on a methodological approach, *Spine*, 21, 2735-2746, 1996.
- Svensson MY, Lövsund P. : A Dummy for Rear-End Collisions, *IRCOBI Conference Proceedings*, 299-310, 1992.
- Svensson MY. : Injury biomechanics. In: Gunzburg, R., Szpalski, M.(Eds), *Whiplash Injuries*. Lippincott-Raven, Philadelphia PA, 69-78, 1998.
- Travell JG, Simons DG. : *Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual: The lower extremities*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992.
- Vickers AJ. : Results of reanalysis of Irnich trial using statistical methods of greater efficiency, *BMJ*, 323, 1306, 2001.
- Walz FH, Muser MH. : Biomechanical assessment of soft tissue cervical spine disorders and expert opinion in low speed collisions, *Accident Analysis and Prevention*, 32, 161-165, 2000.
- Watkinson A, Gargan MF, Bannister GC. : Prognostic factors in soft tissue injuries of the cervical spine, *Injury*, 22, 307, 1991.
- Wheeler JB, Smith TA, Siegmund GP et al. : Validation of the Neck Injury Criterion(NIC) Using Kinematic and Clinical Results from Human Subjects in Rear End Collision, *IRCOBI Conference Proceedings*, Göteborg, 335-345, 1998.
- Wismans KSMH, Huijkens CG. : (Incidence and prevalence of the 'whiplash' trauma) Incidentie en prevalentie van het 'whiplash'-trauma, TNO report, Delft, The Netherlands: TNO Road-Vehicle research Institute, 1994.
- Yoganandan N, Pintar FA, Cusick JF et al. : Head-neck biomechanics in simulated rear impact. In: 42nd Annual Proceedings of AAAM, Charlottesville, VA, 209-231, 1998.
- Yang KY, Begeman PC, Muser M et al. : On the Roles of Cervical Facet Joints in Rear End Impact Neck Injury Mechanism. In: *Motor Vehicle Safety Design Innovations*. SP-1226, SAE 970497, 1997.
- Ylinen J, Savolainen S, Airaksinen O et al. : Decreased strength and mobility in patients after anterior cervical discectomy compared with healthy subjects, *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 1043-1047, 2003.
- Ylinen J, Takala E-P, Kautiainen H et al. : Association of neck pain, disability and neck pain during maximal effort with muscle strength and range of movement in women with chronic non-specific neck pain, *Euro J Pain*, 1-6, 2003.