

X-ray상 경추 추체간 간격과 CT상 경추 추간판 탈출증의 상관관계에 대한 고찰

신우석 · 정동훈 · 박원형 · 차윤엽
상지대학교 부속한방병원 한방재활의학과교실

The Relationship between Cervical Intervertebral Space in X-ray and Herniated Disc in CT

Woo-Suk Shin, K.M.D., Dong-Hoon Jung, K.M.D., Won-Hyung Park, K.M.D., Yun-Yeop Cha, K.M.D.
Department of Rehabilitation Medicine of Korean Medicine, College of Korean Medicine, Sang-Ji University

이 논문은 2014년도 상지대학교
교내연구비 지원에 의한 것입니다.

RECEIVED September 17, 2015

REVISED October 2, 2015

ACCEPTED October 6, 2015

CORRESPONDING TO
Won-Hyung Park, Department of
Rehabilitation Medicine of Korean
Medicine, College of Korean
Medicine, Sang-Ji University, 80,
Sangjidae-gil, Wonju 26338, Korea

TEL (033) 741-9260

FAX (033) 732-2124

E-mail dadmi77@hanmail.net

Copyright © 2015 The Society of
Korean Medicine Rehabilitation

Objectives To investigate the relationship between cervical intervertebral space narrowing in the X-ray and HVD level of cervical spine in the CT image.

Methods We studied 101 subjects who were taken cervical spine X-ray and CT. Intervertebral space were measured at the anterior, middle and posterior portion of each cervical disc in the X-ray. Considering individual difference, intervertebral space was set as value divided by upper width of lower vertebral body. We analyzed statistically adjusted intervertebral space of normal group and herniated disc group using student's t-test.

Results Intervertebral space of cervical spine was narrowed in the herniated disc group. But there was no significant difference at C2~C3.

Conclusions We found that narrowing intervertebral space of cervical spine is associated with herniated disc. Further clinical observation is needed. (*J Korean Med Rehab* 2015;25(4):75-81)

Key words Intervertebral space, Herniated disc, Cervical spine, X-ray, CT

서론»»»»

대부분의 사람들은 일생동안 어느 정도의 경항부 통증을 경험한다고 한다¹⁾. 경항통은 경항부의 동통, 즉 목 부위에서 발생하는 동통을 말하며, 경항부의 운동 범위 제한이나 국소부위 압통 및 견갑부와 상지의 방사통을 특징으로 한다²⁾. 경항부 통증의 주요한 원인 중 하나는 경추 추간판 탈출증이다. 경추 추간판 탈출증은 경항부 및 상지에 통증 혹은 신경학적 증상을 수반하는 질환으로 흔히 변위된 추간판이 경추부 신경근을 압박하여 자극함으로

써 생기게 되며 대부분의 경우 심각한 퇴행성 변화 이후에 나타나기 때문에 오래된 경항부 통증을 과거력으로 가진 경우가 많다³⁾.

경추 추간판 탈출증에 대한 진단은 병력 청취와 이학적 검사를 기본으로 하고 그 외에 X-ray, CT, MRI 검사 등을 통하여 이루어진다. 이 중 X-ray 검사는 비교적 저렴한 비용으로 경추의 전체적인 구조와 퇴행정도, 추간판 탈출증을 추정 진단할 수 있다는 점에서 많이 활용되고 있다. X-ray의 lateral view상 추체간 간격이 좁아져 있는 상태는 추간판 탈출증의 주요 소견으로 간주되기도 하는

데, 좁아진 추체간 간격은 골관절염, 퇴행성 골극의 형성, 통증 및 신경근 자극 등에 영향을 미치며, 간격의 좁아짐이 진행됨에 따라 추간관 및 주변 조직에 가해지는 압력이 증가함에 따라 퇴행성 변화가 가속된다고 알려져 있다⁴⁾. 하지만 추체간 간격이 좁아졌다 하더라도 추간관 탈출증이 없는 경우가 있기 때문에 이를 가지고서 확진을 하기 위해서는 CT나 MRI 등의 추가적인 정밀 검사를 통해 추간관 탈출 여부를 살펴야만 한다.

추체간 간격의 좁아짐과 추간관 탈출증과 관련된 각종 선행연구들이 있어왔다. 경추 추간관 탈출과 관련하여, 추체간의 간격의 좁아짐 현상은 추체의 퇴행성 변화와 추간관 탈출증과 연관관계가 있다는 연구와 같은 결과가 있는 반면⁵⁾, 추간관 탈출과 추체간의 간격 좁아짐이 통계적 유의성을 띄지 않는다는 연구결과도 있었다⁶⁾. 한편 이전에 시행되었던 경추의 추체간의 간격과 실제 추간관 탈출간의 관계에 대한 일부 연구 중 계측상의 오류 등으로 인하여 그 결과의 신뢰성에 대해 불명확하다고 제기한 연구 결과도 있었다⁷⁾. 때문에 선행 연구결과들에 대한 이견 및 추체간 간격의 측정상 이유로 인하여 임상적으로 검토해 볼 필요가 있다고 보았다.

그리고 한의계 내부에서 요추의 추체간 간격과 추간관 탈출증과의 관계에 대해 이 등⁸⁾과 김 등⁹⁾의 연구 등이 보고된 바 있으나, 경추에 대해서는 아직 보고된 바가 없어 해당 내용에 대한 연구가 필요하다고 보았다.

이에 저자는 X-ray상 경추 추체간의 간격을 객관적으로 측정할 수 있는 방법을 참고하여 추체간 간격을 실측한 후 이를 추간관 탈출증과 실제 임상적으로 관련성이 있는지 알아보고자 각 추체별 추체간 간격과 C-spine CT 영상에 추간관 탈출증 소견을 통계적으로 비교 및 고찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

대상 및 방법»»»»

1. 연구 대상

2012년 1월 1일부터 2015년 6월 30일까지 상지대학교 부속한방병원에 내원한 환자 중에서 C-spine CT와 C-spine Lateral X-ray를 동일한 날짜에 촬영한 환자군을 대상으로 하였다. 그 중 C-spine CT상 bulging 이상의 경추 추간관

탈출증을 진단받은 환자 117명을 대상으로 분석하였다. 117례의 영상분석을 통해 본 연구와 관련 없는 요인들인 척수종양, 척추압박골절, 수술 및 협착증 등의 경우를 제외하였고, 영상이 불분명하거나 지나친 퇴행성 변화로 계측이 어려운 경우 등 16례를 제외한 총 101명을 최종 대상으로 선정하였다. 이 중 남자는 53명, 여자는 48명이었으며, 대상 연령은 만 18세부터 80세 사이였다.

2. 연구 방법

1) 검사방법

(1) CT 촬영

2009년산 MX16 evo (Philips, Netherlands)를 사용하여 촬영하였다. 모든 촬영은 동일한 방사선기사에 의해 이루어졌으며 영상분석은 동일한 영상의학과 전문의가 판독하였다.

(2) X-ray 촬영

2009년산 I-Nex (Medien international, Korea)를 사용하여 촬영하였다. AP view는 65 kVp의 조건에서 200 mA, 20 mAs로 촬영하였으며, Lateral view는 72 kVp의 조건에서 200 mA, 25 mAs로 촬영을 시행하였다. 모든 촬영은 동일한 방사선기사에 의해 이루어졌다.

2) 자료 분석방법

(1) 경추 추체간 간격의 측정

C-spine X-ray lateral 영상을 PACS (Picture archiving communication system)를 통해 불러온 후 2배 이상의 배율로 확대하여 우선 C2부터 C7까지의 레벨을 확인하였다. 그리고 C2~C3, C3~C4, C4~C5, C5~C6, C6~C7에 해당하는 추체간 간격을 측정하였으며 mm 단위로 소수점 셋째자리에서 반올림하였다. C7~T1의 추체간 간격은 X-ray상 확인이 불가능한 경우가 많아 본 연구의 측정 대상에서 제외하였다. 경추 추체간 간격의 측정은 기존 연구에서 사용된 방법을 이용하였다. Frobin 등¹⁰⁾의 연구에서는 추체와 추체간 간격 계측을 위해 C-spine X-ray의 lateral view상 각 추체에 있는 네 개의 모서리 끝부분을 기점으로, 전면쪽에서 위 추체의 아래 모서리와 아래 추체의 윗 모서리 끝을 연결하여 추체간의 간격을 측정하였다. 하지만 개인별 추체의 크기와 신체 특성이 다르기 때문에 간격의 절대치 보다는 추체의 높이와 간격의 비율을

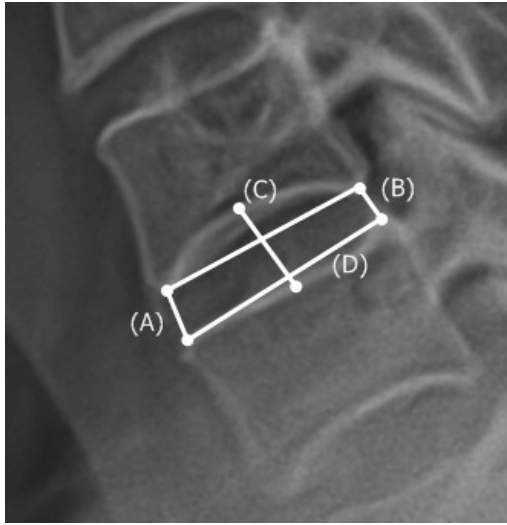


Fig. 1. Measuring method of intervertebral space, (A) Anterior portion of intervertebral space, (B) Posterior portion of intervertebral space, (C) Middle portion of intervertebral space, (D) Upper width of vertebra.

고려한 Cho 등¹¹⁾과 Hong 등¹²⁾의 방법을 혼용하여 측정하였다.

추체간 간격은 전면(A), 중간(C), 후면(B)을 모두 측정한 후 이들의 평균치를 하단추체의 상단면 길이(D)와 나누어 얻어진 값(%)으로 설정하였다(Fig. 1). 즉, 추체간의 간격(%)은 $\{((A) + (B) + (C)) / 3\} / (D) \times 100$ 의 과정을 통하여 도출해 내었다.

(2) 추간판 탈출 기준 및 군배정

C-spine CT 영상에서 영상의학과 전문의의 판독 소견에 따라 Normal, Bulging, Protrusion, Extrusion으로 구분하였다¹³⁾. 각 추체간 별로 해당 소견에 따라 군 배정을 하였다.

(3) 통계방법

통계 처리는 SPSS 19.0 for Windows를 이용하였다. 측정치는 평균±표준편차로 표시하였다. 각 군간의 비교를 위해 정규성 검사 및 student's t-test를 시행하였다. 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

3) 윤리적 검토

본 연구는 상지대학교 부속한방병원 임상시험 심의위원회(Institutional Review Board)의 시행승인을 받았다(승인번호 : SJ IRB-Human-15-003).

Table I. Age and Gender of Subjects

Age	Male	Female	Total
20~29	1	1	2
30~39	4	2	6
40~49	12	10	22
50~59	21	15	36
60~69	10	7	17
70~79	5	12	17

Table II. Severity of Intervertebral Disc Displacement according to Cervical Levels

Cervical level	Normal	Bulging	Protrusion	Extrusion
C2~C3	82	5	14	0
C3~C4	61	8	28	4
C4~C5	58	3	37	3
C5~C6	43	10	44	4
C6~C7	55	9	35	2

결과»»»»»

1. 대상자의 일반적인 특성

대상자 총 101명 중 남자 53명, 여자 48명이었다. 환자군의 연령은 56.40 ± 12.38 (Mean±S.D.)의 분포를 보였으며 20대 2명, 30대 6명, 40대 22명, 50대 36명, 60대 17명, 70대 17명으로 나타났다(Table I). 남녀의 비는 비교적 고른 편이었고, 연령대는 40대와 50대가 가장 많이 있는 것으로 나타났다.

2. 경추 추간판 탈출 정도의 분포 및 추간판 탈출 정도에 따른 경추 추체간 간격(%) 분포

각 추체 레벨별로 나누어 영상 판독소견을 토대로 군을 분류한 결과 다음과 같이 나왔다(Table II). C5~C6에서 추간판 탈출 소견이 가장 많이 나왔으며 C6~C7, C4~C5순이었다. 한편 C2~C3군은 가장 적게 나타났다. 각 추체 레벨별로 약간의 차이가 있으나 전체적으로 보았을 때 Normal을 제외한 추간판 탈출이 있는 군에서는 주로 Protrusion에 집중되어 있었으며, Bulging과 Extrusion의 소견은 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

Table III. Distribution of Cervical Intervertebral Space according to Cervical Levels

Cervical level	Normal	Bulging	Protrusion	Extrusion
C2~C3	29.58±3.35	31.64±8.04	27.92±4.45	-
C3~C4	29.75±3.84	26.65±6.25	26.71±4.19	26.56±3.97
C4~C5	28.96±4.33	28.35±6.98	26.11±5.43	24.16±4.85
C5~C6	26.04±3.51	26.44±6.88	23.15±4.63	18.00±3.54
C6~C7	29.02±9.65	26.38±5.03	21.18±4.66	19.99±0.27

Values: Mean±S.D.

Table IV. Distribution of Cervical Intervertebral Space Normal Group and Herniated Group

Cervical level	Normal	Herniated	p-value
C2~C3	29.58±3.35 (n=82)	28.90±5.62 (n=19)	0.491
C3~C4	29.75±3.84 (n=61)	26.68±4.69 (n=40)	<0.001*
C4~C5	28.96±4.33 (n=58)	25.82±5.41 (n=43)	0.002*
C5~C6	26.04±3.51 (n=43)	23.36±5.30 (n=58)	0.005*
C6~C7	29.02±9.65 (n=55)	21.65±4.71 (n=46)	<0.001*

Values: Mean±S.D.

*p<0.05.

3. 경추 추체간 간격(%)과 경추 추간판 탈출 정도의 관계

각 추체별로 경추 추간판 탈출 정도에 따라 군을 나누어 각 경추 추체간 거리를 하단 추체의 상단면으로 나눈 경추 추체간 간격(%)에 대해 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table III).

초기 연구 설계시 각 군간의 간격 차이를 모두 비교하려고 하였으나, Bulging 및 Extrusion 군의 개체 수가 적고 Normal 군과의 개체 수 차이가 많이 발생하여 비모수적 검정을 통한 방법을 사용하더라도 통계적인 유의성을 확인하는 것이 불가능했다. 때문에 Normal 군과 추간판 탈출군 2개 군으로 나누어 통계적인 차이를 살펴보았다. 두군 모두 정규성 검사를 통해 정규성이 만족함을 확인하게 되어 student's t-test 분석을 시행하였다. 분석 결과 평균적으로 추간판 탈출군이 Normal 군에 비하여 추체간 간격이 좁은 경향을 보였으며, 이 중 C2~C3 레벨을 제외한 나머지 추체 레벨에서는 모두 통계학적으로 비교적 높은 정도로 유의한 차이가 있음이 나타났다(Table IV).

고찰»»»»

경추 추간판 탈출증은 경추의 탈출된 추간판으로 인하여 경추의 신경근이 압박 또는 자극됨으로써 경항부와 상지 부위에 지속적인 통증 및 신경학적 증상이 나타나게 되는 질환으로 흔히 경추 추간판의 퇴행성 변화에 의하여 존재하거나 간혹 외상에 의해 발생하는 경우도 있다¹⁴⁾.

추간판의 퇴행성 변화 등의 이유로 디스크가 탈출하게 되면 이는 수핵에 가해지는 압력이 감소하게 되면서 수핵 탈출이 가속화되고 결국에는 섬유륜의 높이가 감소하게 된다¹⁵⁾. 때문에 경추부 X-ray 촬영상 경추 추체간 간격의 협소함은 경추 추간판 탈출증을 의심해 볼 수 있는 중요한 소견 중의 하나라고 볼 수 있다. 하지만 X-ray상 추체간 간격의 협소함이 CT나 MRI 검사상 반드시 추간판 탈출의 소견으로 직결되는 것이 아니다. 또한 협소함이 없다 하더라도 CT나 MRI상 추간판 탈출을 진단받는 경우가 있다. 본 연구는 X-ray의 lateral view에서 확인할 수 있는 추체간 간격이 CT상에 확인된 추간판 탈출증과의 상관 관계가 있는지 살펴봄으로써 임상적 진단을 위한 타당성을 마련하는데 도움이 되고자 하였다.

추체간 간격이 추간판 탈출증과 연관성에 대해 다양한 방법으로 기존의 연구들이 선행되어왔다. 먼저 요추부에

대한 연구를 살펴보면, 이 등⁸⁾의 연구에서는 추체의 구별 없이 추체간 간격과 추간관 탈출 정도를 구별하여 Normal 군의 추체간 간격과 Protrusion 이상의 추간관 탈출군의 추체간 간격이 유의성 있는 차이가 있다고 보고하였으며, 김 등⁹⁾의 연구에서도 CT상 확인된 추간관 탈출증이 있는 군의 디스크 간격이 정상군에 비하여 유의하게 작게 나타난다고 보고하였다. 또한 김 등¹⁶⁾의 연구에서 L-spine X-ray상 narrowing 소견이 있을 때 MRI상 추간관 탈출 정도 역시 더 심하다고 하였다. 요추에서는 다소 차이가 있더라도 추간관 탈출증에서의 추체간 간격이 유의하게 좁아진 정도를 보고한 반면, 경추에서는 서로 다른 연구 결과들이 있었다. Jang 등⁶⁾은 추간관 탈출증에서 추체간 간격의 좁아짐이 정상과 비교하였을 때 통계적 유의성은 띄지 않는다고 한 반면, Matsumoto 등⁵⁾은 추체간 간격의 감소는 추간관 탈출증과 연관이 있으며, 특히 퇴행성 변화와의 관계가 분명하다고 제시하였다. 각각의 연구 결과에서 추체의 측정방법 및 추체간 간격을 측정하는 방법이 서로 달랐기 때문에 결과에 대한 비교를 일률적으로 할 수 없었다.

본 연구는 경추부 X-ray 영상을 C2부터 C7까지 각 레벨별 추체의 전, 중, 후방 간격을 모두 측정하고 이의 평균값을 하단 추체의 상단면과 나눈 상대적인 추체간 간격(%)을 이용하여 CT상 정상군과 추간관 탈출군과의 간격 차이를 비교 분석해보았다. 정상군과 추간관 탈출군을 student's t-test를 통하여 추체간 간격을 분석해본 결과, C2~C3을 제외한 나머지 C3~C4, C4~C5, C5~C6, C6~C7에서 추간관 탈출군이 정상군에 비해서 통계적으로 유의한 정도로 좁아져 있음을 확인하였다. 이는 C-spine X-ray에서 추체간 간격의 좁아짐을 추간관 탈출증으로 예상해볼 수 있는 임상적 근거를 마련한 것이라고 본다.

본 연구 결과 C2~C3의 추간관 탈출 비율은 타 추체간에 비해 낮았으며, C2~C3의 추체간 간격은 추간관 탈출증과의 통계적인 유의성을 보이지 않았다. Park 등¹⁷⁾의 연구에서 경추 각 분절의 굴신 운동범위에 대해 C2~C3 $9.2^{\circ} \pm 3.0^{\circ}$, C3~C4 $13.5^{\circ} \pm 7.2^{\circ}$, C4~C5 $15.1^{\circ} \pm 4.3^{\circ}$, C5~C6 $15.6^{\circ} \pm 4.4^{\circ}$, C6~C7 $13.0^{\circ} \pm 5.0^{\circ}$ 와 같은 범주를 보인다고 하였는데 이는 C2~C3의 경추의 운동각이 다른 추체간에 비해 적게 나타남을 보여주고 있다. 또한 하부 경추가 상부 경추에 비해 상대적으로 더 많은 무게부하를 받기 때문에 추간관의 퇴행성 변화는 상부 경추보다는 하

부 경추에서 더 많이 일어나게 된다¹⁸⁾. 이를 종합하여 운동각 변화와 무게부하 등을 고려하였을 때 C2~C3의 추간관 탈출의 가능성이 상대적으로 낮고 추체간 간격도 변화의 가능성이 적어 C2~C3에서는 연관성이 적게 나타난 것으로 생각된다.

경추와 추간관 탈출증과의 관계에 대한 다른 연구들을 살펴보면, Sohn 등¹⁹⁾은 추간관의 탈출 및 퇴행성 변화와 관계되는 원인으로 추간공의 횡직경과 면적에 있다고 하였으며 반면 추간공의 종직경과는 상관관계가 낮은 편이라고 하였으며, Lu 등²⁰⁾은 추간관 탈출증의 신경근 병변에 있어서 추간공 횡직경이 가장 중요한 요소라고 언급하였다. 척추의 만곡과 추간관 탈출증과의 관련성에 대한 연구도 있었다. 박 등²¹⁾은 경추 추간관 탈출증에서 경추 전만의 소실과 함께 흉추의 후만이 더욱 증가해있다고 하였으며, 김 등²²⁾의 연구에서는 전방머리자세(Forward head posture)가 심한 환자군에서 C5~C6 추체간에서의 추간관 탈출이 두드러진다고 하였다. 향후 경추 추체간 간격과 더불어 다양한 요소들의 종합적인 평가가 필요할 것으로 보인다.

본 연구 결과상 C-spine X-ray lateral 영상에서 C2~C3사이를 제외한 나머지 경추의 상하추체의 간격의 협소함이 경추 추간관 탈출의 유무를 진단함에 있어 비교적 유의성이 높은 것으로 나타났다. 하지만 추체간 간격의 좁아짐 정도가 추간관의 탈출의 정도와 상관성이 있는지 여부는 밝힐 수가 없었다. 추후 더 많은 대상군을 확보하여 추간관 탈출 정도와 추체간 간격의 좁아짐이 관계가 있는지 연구가 필요하다고 본다. 또한 추간관 탈출에 영향을 주는 요소들이 추간공의 직경이나 척추의 만곡 등에도 관련성이 있다는 연구들의 결과로 미루어 보았을 때 X-ray상 확인할 수 있는 다양한 요소들이 복합적으로 추간관 탈출증과 연관이 있는지 확인하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이번 연구의 제한점은 대상 환자군의 수가 많지 않았으며, 나이대별 환자군이 일정하지 않고 주로 40, 50대 연령층이 많았다. 또한 추간관 탈출정도에 따라 Bulging, Protrusion, Extrusion 등으로 구분하였을 때 Protrusion에 비해 Bulging, Extrusion 군에 해당하는 수가 너무 적어 각 군별 비교를 통계적으로 할 수 없었다. 추후 더 많은 사례를 통해 성별, 연령별, 추간관 탈출 정도에 따른 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 추체간 간격 측

정 및 추체 측정에 대한 명확한 기준이 없는 상태인데, 여기에 대한 연구가 이루어진다면 이러한 연구에 더욱 탄력을 받을 수 있으리라 생각된다.

결론>>>>

2012년 1월 1일부터 2015년 6월 30일까지 상지대학교 부속한방병원에 내원한 환자 중에서 C-spine CT와 C-spine Lateral X-ray를 동일한 날짜에 촬영한 101명의 환자를 대상으로 한 영상검사 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 환자 연령은 56.40세로 나타났으며, 남자 53명, 여자 48명이었다. 20대 2명, 30대 6명, 40대 22명, 50대 36명, 60대 17명, 70대 17명이었다.
2. 총 101명의 환자의 C-spine CT상 관독결과 C2~C3에서 Normal 82명, Bulging 5명, Protrusion 14명, Extrusion은 없었고, C3~C4에서 Normal 61명, Bulging 8명, Protrusion 28명, Extrusion 4명이었고, C4~C5에서 Normal 58명, Bulging 3명, Protrusion 37명, Extrusion 3명이었고, C5~C6에서 Normal 43명, Bulging 10명, Protrusion 44명, Extrusion 4명이었고, C6~C7에서 Normal 55명, Bulging 9명, Protrusion 35명, Extrusion 2명이었다.
3. 각 추체 레벨별로 정상군과 추간관 탈출군으로 나누어 추체간 간격을 비교한 결과 C3~C4, C4~C5, C5~C6, C6~C7에서는 추간관 탈출군이 정상군보다 추체 간격이 더 좁았으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 하지만 C2~C3에서는 두 군간 추체간격에 통계적으로 유의성이 없었다.

References>>>>

1. Haldeman S, Carroll LJ, Cassidy JD. Introduction/Mandate: the empowerment of people with neck pain, The Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders, Spine. 2008;33:S8-13.
2. Wang WTJ, Oslon SL, Campbell AH, Hanten WP and Gleeson PB. Effectiveness of physical therapy for patient with neck: An individualized approach using a clinical decision-making algorithm. Am J Phys Med Rehabil. 2003;82(3):203-18.
3. The Society of Korean Medicine Rehabilitation, Korean

- Rehabilitation. Medicine, Seoul:Koonja, 2015:62-5.
4. Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it?. Spine. 2006;31(18):2151-61.
5. Matsumoto M, Fujimura Y, Suzuki N, Nishi Y, Nakamura M, Yabe Y, Shiga H. MRI of cervical intervertebral discs in asymptomatic subjects. J Bone Joint Surg(Br). 1998; 80:19-24.
6. Jang KU, Kim SS, Seo JH. The reliable plain X-ray findings in herniated cervical disc disease. Journal of the Korean Association of Pain Medicine. 2005;4(1):78-82.
7. Kolstad F, Myhr G, Kvistad KA, Nygaard OP, Leivseth G. Degeneration and height of cervical discs classified from MRI compared with precise height measurements from radiographs. European Journal of Radiology. 2005; 55:415-20.
8. Lee KS, Kim WW, Seong IH, Cho CY. The relationship between Width of Lumbar Disc Space and Severity of Herniated Intervertebral Disc in Patients Diagnosis Disc space narrowing. The Journal of Korea CHUNA Manual Medicine for Spine & Nerves. 2013;8(2):79-86.
9. Kim EY, Kim YW, Lee KM, Kim JY, Kim HE, Kang YH, Seo JC, Lim SC, Han SW. Correlation analysis between narrowing disc space of lumbar X-ray and HIVD of L-spine CT in lumbosacral strain patients. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion. 2002;19(6):125-33.
10. Frobin W, Leivseth G, Biggemann M, Brinckmann P. Vertebral height, disc height, posteroanterior displacement and dens-atlas gap in the cervical spine: precision measurement protocol and normal data. Clinical Biomechanics. 2002;17:423-31.
11. Cho BH, Kim SW, Lee SM, Shin H. The relationship between disc degeneration, disc space narrowing and Low Back Pain after Microscopic Discectomy. Kor J Spine. 2006;3(3):162-5.
12. Hong CH, Park JS, Jung KJ, Kim WJ. Measurement of the Normal Lumbar Intervertebral Disc Space Using Magnetic Resonance Imaging. Asian Spine J. 2010;4(1): 1-6.
13. Suh JS. CT and MRI of the spinal disorder. The Korean Journal of Pain. 1996;9(2):305-10.
14. The Korean Orthopaedic Association, Orthopaedics Fifth edition, Seoul: The New Medical Journal. 2004:431-3, 451-5.
15. Sato K, Kikuchi S, Yonezawa T. In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. Spine. 1999;24:2468-74.
16. Kim HK, Bahn HJ, Kim S, Yoon HS, Yeom SK, Hong SS. Correlation Analysis Between Radiological Result and Radiating Pain in Lumbosacral Pain, The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion. 2009;4(1):95-102.
17. Park HJ, Jeon JS, Lee PE. Range of motion of cervical spine in normal Korean people. Journal of Korean Spine Sug. 2004;11(2):83-9.

18. DA Neumann, Kinesiology of the Musculoskeletal system, Seoul:Jung-Dam media, 2004:305-6.
19. Sohn HM, You JW, Lee JY. The relationship between disc degeneration and morphologic changes in the intervertebral foramen of cervical spine: a cadaveric MRI and CT study. J Korean Med Sci 2004;19:101-6.
20. Lu J, Ebraheim NA, Huntoon M, Haman SP. Cervical intervertebral disc space narrowing and size of intervertebral foramina. Clinical Orthopaedics. 2000;370:259-64.
21. Park JH, Yoo HG. The Characteristics of the Moire Topography in Patients of HIVD of Cx-spine. The Journal of Korean CHUNA Manual Medicine. 2005;6(1):21-30.
22. Kim SW, Kim SJ, Son SK, Dong SO, Lee JC, Shin DJ. Correlation between the Head Forward Posture and the Site of Herniation of Single Level Cervical Intervertebral Disc. The Journal of Korea CHUNA Manual Medicine for Spine & Nerves. 2013;8(2):31-8.