

## 청소년 역도선수의 요천추부의 완관절의 변화에 대한 연구

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

김광희 · 최일웅 · 정천기 · 박근순

— Abstract —

### A Study about Changes in the Lumbosacral Region and Wrist of the Adolescent Weightlifters

Kwang Hoe Kim, M.D., Il Yong Choi, M.D., Hyun Kee Chung, M.D. and Geun Soon Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

The weightlifting is a sort of the sport, which has objects to promote the physical condition and to develop the fundamental strength in the adolescent period, but there have been no interests from the view points of sports injuries for weightlifting. So the authors have studied the changes in the lumbosacral region and wrist of the adolescent weightlifters and the results obtained are as follows;

1. The increase in the lumbosacral angle has a statistically significant relationship with the low back pain in the adolescent weightlifters.
2. The ulnar variance shows statistically significant increase than the control group and its increase seems to be a causative factor in developing wrist pain among the adolescent weightlifters.

**Key Words:** Weightlifter, Lumbosacral, Wrist

## 서 론

역도(Weight-lifting)는 자신의 신체단련을 목적으로, 혹은 다른 운동에의 기초체력을 향상시키기 위하여 청소년기에 흔히 할 수 있는 운동이다. 역도 경기는 1891년 런던에서 첫 세계 챔피언쉽이 있은 후, 역대 올림픽대회에서 정식종목으로 채택되어 발전되어 왔으나, 운동으로 인한 신체의 변화나 상해에 대하여는 큰 관심을 끌지 못하였다. 이에 저자는 청소년 역도선수에서 역도운동시 중추적 역할을 하는 요천추부와, 역기의 무게를 직접 전달받는 완관절의 변화를 조사하고 비교 검토하여 경기력향상에 이바지하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

국가상비군 소속의 역도선수중, 무작위로 선출한 15세부터 22세까지의 24명을 대상으로 하였으며, 대조군으로는 역도운동을 하지 않았고, 요천추부와 완관절의 동통의 경험이 없었던 17세의 남자고등학교

생 15명을 무작위로 선출하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 문 진

역도선수 개개인의 역도를 시작한 연령, 평상시 요천추부와 완관절의 동통여부를 조사하였다.

#### 2) 방사선검사

요천추부의 전후면, 측면 방사선촬영과 완관절의 전후면과 측면 방사선촬영을 통하여 다음과 같은 소견을 조사하였다.

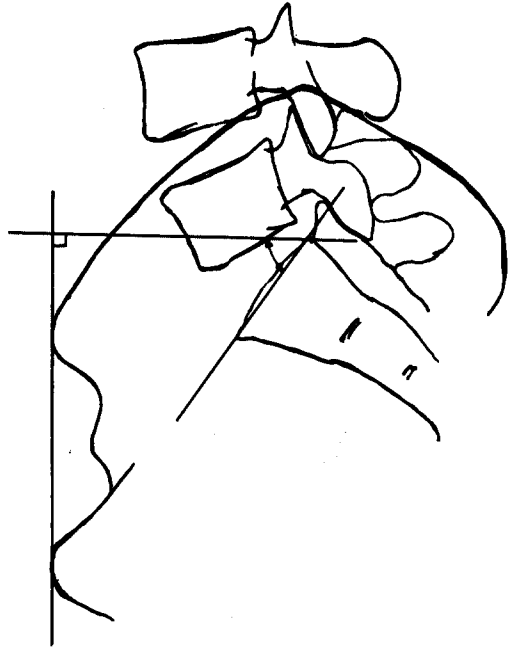
① 요천각(Lumbosacral angle): 요천추부의 측면 방사선촬영에서, 전상장골극(Anterior superior iliac spine)과 치골유합부(Symphysis pubis)를 연결한 선에 직각을 이루는 수평선과 제1천추의 상연이 이루는 각을 측정하였다(Fig. 1).

② 천추추각(Sacrovertebral angle): 제1천추와 제2천추의 중심을 잇는 선과 제5요추를 전후로 이등분하는 선이 이루는 각을 측정하였다(Fig. 2).

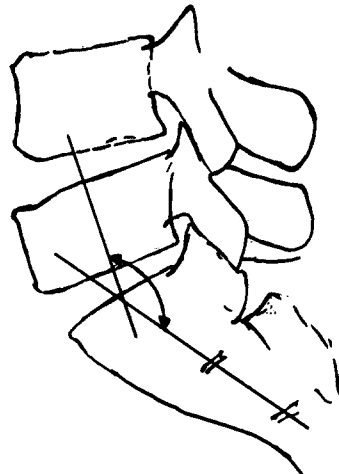
#### ③ 척추간격의 협착

#### ④ 요천추부의 측만

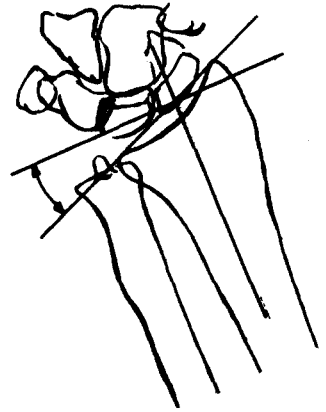
⑤ 선천성 기형으로서 이분척추(Spina bifida), 요추화(Lumbarization), 천추화(Sacralization) 등을 조



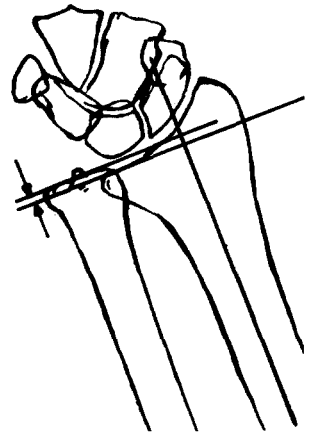
**Fig. 1.** Lumbosacral angle.



**Fig. 2.** Sacrovertebral angle.



**Fig. 3.** Ulnar tilting of distal radius.



**Fig. 4.** Ulnar variance.

사하였다.

⑥ 요월상두상골축(Radiolunatocapitate axis): 완관절의 측면촬영에서 요골의 장축, 월상골의 중심선, 그리고 두상골의 중심선이 이루는 축으로 정상에서는 한 방향으로 배열되지만, 수장골관절의 불안정성(Carpal instability)이 있을 때에는 Z 형의 배열을 나타낸다.

⑦ 원위요골의 척골측경사도(Ulnar tilting of distal radius): 요골의 장축과 직각을 이루는 선과 원위요골의 내측단과 외측단을 잇는 선이 이루는 각을 측정하였다(Fig. 3).

⑧ 척골변위(Ulnar variance): 완관절의 정면촬영에서, 원위요골의 월상와(Lunate fossa)와 척골의

관절면의 상대위치를 측정하였다(Fig. 4). 일반적으로 척골의 관절면이 원위요골의 월상와보다 근위부에 위치하며, (-)로 표시하였고, 이와 반대의 경우 (+)로 표시하였다.

⑨ 골절여부

⑩ 주상월상골간격의 해리(Terry-thomas sign): 완관절의 정면촬영에서 주상골과 월상골의 간격을 측정하였다.

## 연구결과

연구대상인 24명의 역도선수중, 13세에 역도를 시작한 선수가 8명, 14세에 시작한 선수가 14명,

**Table 1.** Result of the examination of the lumbosacral region in the weightlifters

No.	Age	Back pain Hx.	Lumbosacral angle(°)	Sacrovertebral angle(°)	Others
1	15	No	40	146	Lumbarization
2	15	No	26	147	S <sub>1</sub> spina bifida
3	16	Yes	37	146	-
4	16	No	42	148	Mild right scoliosis
5	17	Yes	33	153	L <sub>5</sub> spina bifida
6	17	No	42	149	-
7	17	Yes	52	134	-
8	18	No	38	148	Mild left scoliosis
9	18	Yes	33	138	Mild left scoliosis
10	18	No	22	155	-
11	18	Yes	36	140	L <sub>5</sub> S <sub>1</sub> narrowing
12	18	Yes	18	145	Lumbarization
13	19	Yes	46	147	L <sub>5</sub> spina bifida, L <sub>4-5</sub> narrowing
14	19	Yes	40	148	Mild left scoliosis
15	19	Yes	45	135	-
16	19	Yes	43	144	-
17	19	No	41	143	-
18	20	Yes	35	137	Multiple osteophytes
19	21	Yes	55	147	-
20	21	No	32	143	Mild left scoliosis
21	21	Yes	39	147	L <sub>4</sub> spondylolysis
22	22	Yes	42	144	Multiple osteophytes
23	22	Yes	35	145	-
24	22	Yes	36	153	-

**Table 2.** Result of the examination of the lumbosacral region in control group

No.	Age	Back pain Hx.	Lumbosacral angle(°)	Sacrovertebral angle(°)
1	17	No	45	145
2	17	No	23	148
3	17	No	33	146
4	17	No	30	148
5	17	No	30	155
6	17	No	25	160
7	17	No	30	140
8	17	No	26	155
9	17	No	25	150
10	17	No	39	138
11	17	No	31	145
12	17	No	33	147
13	17	No	37	166
14	17	No	46	146
14	17	No	32	154

**Table 3.** Result of the examination of the wrist in weightlifters

No.	Age	Wrist pain Hx.	Ulnar tilting(°)		Ulnar variance(mm)	
			Left	Right	Left	Right
1	15	Yes	22	18	-1	-2
2	15	Yes	25	25	0	0
3	16	Yes	23	22	-1	-2
4	16	Yes	28	27	+1	+2
5	17	Yes	25	25	+3	+2
6	17	Yes	20	23	0	0
7	17	Yes	25	30	+1	0
8	18	Yes	25	25	+1	0
9	18	Yes	28	27	-1	-1
10	18	Yes	25	27	0	0
11	18	Yes	26	23	0	+1
12	18	Yes	20	22	+5	+4
13	19	Yes	35	35	0	+2
14	19	Yes	20	19	-2	-2
15	19	Yes	25	24	-2	-1
16	19	Yes	25	25	0	0
17	19	Yes	24	29	0	0
18	20	Yes	25	23	0	0
19	21	Yes	30	30	-1	-2
20	21	Yes	24	30	-2	0
21	21	Yes	25	25	0	0
22	22	Yes	25	20	0	0
23	22	Yes	23	23	-1	-2
24	22	Yes	25	23	0	0

There was no zig-zag deformity of the radiolunate capitate axis and scapholunate dissociation.

15세에 시작한 선수가 2명으로 평균 13.75세에 역도를 시작하였으며, 요통은 16명에서 경험한 적이 있었고, 완관절의 동통은 전예에서 경험하였다.

역도선수와 대조군에서의 요천추부 방사선검사상 Table 1, 2와 같은 결과를 얻었다. 그중 Lumbosacral angle은 역도선수에서 평균 37.83° (S.D.=8.34°)으로 대조군에서의 평균치인 32.33° (S.D.=6.90°)보다 증가되어 있었으나, 유의할 만한 차이는 없었다( $P>0.05$ , Table 5). 또한 Sarovertebral angle은 역도선수에서는 144.25° (S.D.=5.61°)의 평균치를 나타내었으나, 대조군에서의 평균치인 149.53° (S.D.=7.38°)와 유의할 만한 차이가 없었다( $P>0.05$ , Table 6). 그 외에 경도의 측만증이 5례, 척추간격의 협착이 2례, 퇴행성 변화로 인한 다발성골극형성이 2례, 협부의 결손이 1례에서 발견되

**Table 4.** Result of the examination of the wrist in control group

No.	Age	Wrist pain Hx.	Ulnar tilting(°)		Ulnar variance(mm)	
			Left	Right	Left	Right
1	17	No	20	21	0	+1
2	17	No	25	25	-2	-2
3	17	No	25	22	-3	-3
4	17	No	19	21	-2	-2
5	17	No	25	25	-1	-2
6	17	No	25	25	-2	-1
7	17	No	25	25	+1	+1
8	17	No	25	27	-1	-2
9	17	No	23	25	-1	-3
10	17	No	30	30	0	0
11	17	No	26	25	-3	-3
12	17	No	20	20	-1	-1
13	17	No	24	23	-3	-3
14	17	No	20	22	-2	-3
15	17	No	25	23	-1	-3

There was no zig-zag deformity of radiolunate capitate axis and scapholunate dissociation.

**Table 5.** Difference of the lumbosacral angle between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	37.83	8.34
Control group	15	32.33	6.90

$t=0.269$ ,  $P>0.05$  by t-test

었고, 선천성기형으로 이분척추가 2례, 요추화가 2례에서 관찰되었다(Table 1).

완관절의 방사선검사에서는 Table 3, 4와 같은 결과를 얻었으며, 대상군에서 수장골관절의 불안정성(Carpal instability)의 특이한 소견인 요월상두상골 축의 Z형 변형과, 수장골의 압박력으로 인한 주상월상간격이 2mm 이상 해리된 예는 관찰되지 않았다. 또한 원위요골관절면의 척골측경사도(Ulnar tilting)도 좌측은 평균 24.92° (S.D.=3.21°), 우측은 24.58° (S.D.=3.89°)로 대조군에서의 좌측 23.80° (S.D.=2.93°), 우측 23.93° (S.D.=2.60°)와 유의할 만한 차이가 없었다(Table 7, 8). 그러나 척골변위(Ulnar variance)는 좌측이 평균 0mm (S.D.=1.53mm), 우측은 -0.125mm (S.D.=1.42mm)로 대조군에서의 좌측 -1.4mm (S.D.=1.18mm), 우측 -1.73mm (S.D.=1.44mm)와 비교하여 증가된 경과를 얻었다( $P<0.05$ , Table 9, 10). 특히 2례(No. 5, 12)

**Table 6.** Difference of the sacrovertebral angle(supine position) between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	144.25	5.61
Control group	15	149.53	7.38

t=0.385, P>0.05 by t-test

**Table 7.** Difference of the ulnar tilting of the distal articular surfaces of the left radius between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	24.92	3.21
Control group	15	23.80	2.60

t=0.349, P>0.05 by t-test

**Table 8.** Difference of the ulnar tilting of the distal articular surfaces of the right radius between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	24.58	3.89
Control group	15	23.93	2.60

t=0.156, P>0.05 t-test

**Table 9.** Difference of the ulnar variances of the left distal radioulnar joints between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	0	1.53
Control group	15	-1.4	1.18

t=2.083, P<0.05 by t-test

에서는 양측 모두 +2mm보다도 증가되어 있었다 (Table 3).

## 고 찰

역도선수의 척주(Spinal column)는 역학적으로 상당한 유연성이 있어야 하며, 구조적으로는 그 상부의 체중과 역기의 무게를 부담하여야 한다. 이러한 유연성은 추간판, 주위의 인대 및 근육이 관계하고, 구조적 강직성은 척추체, 추간판 및 개안부관절(Facet joint)에서 부담하며 척추주위근은 척추의 운동을 일으키고 안정성을 부여한다.

Panjabi와 White<sup>14)</sup>에 의하면, 역도에 있어서 척추운동은 굴곡자세에서 급격한 신전상태로 이행되는 동적상태(Kinetic stage)와 신전상태에서 지속적인 압박력을 지탱하는 정적상태(Static stage)로 나눌 수 있다. 동적상태에서의 척추운동은 각 추체의

**Table 10.** Difference of the ulnar variances of the right distal radioulnar joints between weightlifters and control group

	n	$\bar{X}$	S.D.
Weightlifters	24	-0.125	1.42
Control group	15	-1.73	1.44

t=2.293, P<0.05 by t-test

**Table 11.** The lumbosacral angles of the weightlifters with the low back pain Hx., weightlifters without the low back pain Hx. and control group.

	X(°)	S.D.(°)
Weightlifters with low back pain Hx.	39.06	8.57
Weightlifters without low back pain Hx.	35.38	7.80
Control group	32.33	6.90

F=4.93, P<0.05 by ANOVA

**Table 12.** The sacrovertebral angles of the weightlifters with the low back pain Hx., weightlifters without low back pain Hx. and control group

	X(°)	S.D.(°)
Weightlifters with low back pain Hx.	142.69	5.80
Weightlifters without low back pain Hx.	147.38	3.81
Control group	149.53	7.38

F=2.88, P>0.05 by ANOVA

운동으로 전체적인 신전운동이 동시에 일어나며, 과도한 신전은 인대, 추간판 및 Facet joint에 의하여 제한된다. Panjabi와 White<sup>15)</sup>에 의하면, 요천추부의 굴신운동의 범위는 약 80°이고, 요천추연결부에서 가장 많은 운동범위를 가지며, 그 보다 상부의 척추간격으로 갈수록 굴신운동의 범위는 작아진다.

그러나 Finneson<sup>6)</sup>에 의하면 일상적으로 물건을 들어올릴 때에는 척추에 의한 굴곡이 중력선(Line of gravity)에 대하여 60°까지이며, 그 보다 더한 굴곡은 양측고관절에서 일어난다. 역도에서의 동적상태는 골반회전시기(Pelvic rotation phase)와 요천추신전시기(Lumbosacral phase)로 나눌 수 있으며, 골반회전시기에는 고관절신전근이, 요천추신전시기에는 척추후근이 작용한다. 이러한 일련의 동작을 Cailliet<sup>4)</sup>는 요골반리듬(Lumbopelvic rhythm)이라고 하였으며, 이는 선천적으로 형성되어 있지만, 후천적으로 고관절신전근과 척추후근의 균형있는 발달로 개개인에 적합한 리듬이 형성되어야 한다. 따라

서 역기를 가능한한 중력선과 가까운 위치에 놓이게 하여야 하며, 그에 상응하는 둔부를 가능한 한 후방에 위치시켜야 고관절신전근과 척추후근의 역할을 증가시킬 수 있다. 정적상태에서의 요천추부는 추간판에 의하여 전단곡선을 나타내며, 중력선은 수평선에 대한 경사도가 가장 큰 요천추연결부에서 천추에 수직압력과 전단력(Shearing force)으로 작용된다. 그 중에서도 전단력은 추간판, 주위인대, Facet joint, 그리고 복강내압으로 감당케된다. 즉 체간근육의 수축에 의한 복강내압의 증가는, Finneson<sup>5)</sup>에 의하면, 요천추간판의 압박력을 30%까지 감소시킨다.

이러한 요천추연결부 안정성의 척도로 사용할 수 있는 방법으로는 요천각(Lumbosacral angle)과 천척추각(Sacrovertebral angle)이 있으며, 그 측정방법 또한 다양하다. 저자는 그중 황등<sup>6)</sup>이 측정한 방법을 사용하여 요천추부 안정성의 척도로 삼았다.

이상과 같은 생역학적인 면에서 볼 때, 요천추연결부의 운동과 주위근육의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않으며, 이렇게 중요한 요천추연결부를 보호하기 위하여는 역기를 들어올릴 때에나 지탱할 때에는 반드시 Waist belt를 착용하여 복강내압을 증가시키는 것이 필요하다.

본 연구대상중에서는 상해에 의한 골이상 소견을 보이지는 않았으나, 요통의 경험이 있었던 16명의 역도선수 중에는 선천성기형이 동반된 예가 4명이었으며, 요천추부의 퇴행성변화(척추간격협착과 다발성골극형성)가 4명에서 발견되었다. 그리고 요통의 경험이 있었던 16명의 역도선수, 요통의 경험이 없었던 8명의 역도선수 그리고 요통의 경험이 없었던 15명의 대조군에서의 천척추각에 대한 분산분석에서는 통계적으로 유의할 만한 차이가 없었으나( $P > 0.05$ , Table 12), 요천각에 대한 분산분석의 결과는 통계적으로 유의할 만한 차이가 있었다( $P < 0.05$ , Table 11). 이상과 같은 소견으로 보아 선천성기형이나, 요천추부의 퇴행성 변화도 요통의 원인이 될 수도 있지만, 요천각의 증가도 요통의 주요원인이 하나로 사료되었다.

완관절은 Milch<sup>11)</sup>에 의하면, 기능적인 면에서 볼 때, 요수장골관절(Radiocarpal joint), 수장골간관절(Intercarpal joint), 원위요척골관절(Distal radioulnar joint), 연골수장골관절(Meniscocarpal joint)로 구성되며, 여러 개의 운동축을 갖는 복합관절이다. 생역학적으로 볼 때, 역도선수의 완관절은 두 단계의 운동을 행한다. 그 하나는 중립위로 부터의 급격한 신전이며, 또 하나는 신전상태에서 역기에 의한 수직압박력을 지탱하는 단계이다. Kaner<sup>7)</sup>, Linsche-

id<sup>8)</sup> 및 Youm과 Flatt<sup>10)</sup>에 의하면, 중립위로 부터의 신전운동은 대다능골(Trapezium), 능형골(Trapezoid), 두상골(Capitate)과 구상골(Hamate) 그리고 월상골(Lunate)로 구성된 굴신열(Flexion-extension column)에서 일어나며, 이러한 굴신운동의 고정 역할을 유동열(Mobile column)에 속하는 주상골이 행한다. 이와 같은 굴신열에서 일어나는 신전운동은 월상골을 중심으로 하는 요월상골관절(Radiolunate articulation)과 월상두상골관절(Lunatocapitate articulation)에서 Double hinge joint의 형태로 나타나며, 두상골과 월상골의 중심선은 배측을 향하게 된다.

Sarrafiian 등<sup>10)</sup>은 66.5%에 해당하는 37°는 요월상골관절에서 일어나며, 33.5%에 해당하는 18°는 월상두상골관절에서 일어난다고 하였다. 이러한 신전운동은 Mayfield<sup>10)</sup>와 Volz 등<sup>17)</sup>에 의하면, 수장골간인대와 관절면의 두께에 의하여 제한된다. 그리고 역도경기에서와 같이 그 한계를 넘어선 힘이 가하여졌을 때에는 주상월상골간각이 80° 이상이 되며, 요월상두상골축이 Z 형으로 왜곡되는 Dorsal intercalated segmental instability가 올 수 있다고, Brown과 Lichtmon<sup>3)</sup> 및 Linscheid 등<sup>9)</sup>이 보고하였다. 그러나 본 연구대상인 역도선수에서는 Dorsal intercalated segmental instability를 발견할 수 없었으며, 그 이유는 균형있게 잘 발달된 전완근과 Wrist bandage로 수장골간인대에 가해지는 힘을 줄일 수 있었던 것으로 사료된다.

또한 일정시간 동안 정지시간을 요하는 역도경기 시에는 과신전된 상태의 완관절은 수직압박력을 받는다. Linscheid 등<sup>9)</sup>에 의하면, 이 압박력은 월상골과 주상골로부터 원위요골에 직접 전달되지만, 원위척골에는 삼각섬유연골(Triangular fibrous cartilage)에 의해 원위요골로 전달되는 압박력의 일부를 부담한다. Planer 등<sup>13)</sup>은 삼각섬유연골이 없을 때에는 수직압박력의 93.6%가 원위요골에 전달되지만, 있을 때에는 81.6%만이 원위요골에 전달되며, 그 나머지는 삼각섬유연골의 도움으로 척골이 부담케 된다고 하였다. 그러나 대부분의 수직압박력은 요골로 전달되며, 전단력과 관절면에 대한 수직력으로 작용한다. 원위척골에는 삼각섬유연골(Triangular fibrous cartilage)에 의해 원위요골로 전달되는 압박력의 일부를 부담한다. 원위요골의 골단면은 보통 19~20세에 유합되며, 이러한 이유로 골단면이 유합되기 전에 운동을 시작한 역도선수에게 있어서 원위요골의 골단면은 척골보다 수직압박력의 영향을 많이 받는다. 아직 압박력이 골

단관에 미치는 영향에 대하여는 확실히 밝혀지지는 않았지만, Ogden<sup>12)</sup>에 의하면, Huet-Volkmann Law에 따라 어느 정도의 압박력은 골단관의 정상적인 성장을 위하여 필요하지만 지나친 압박력은 골단관의 성장 지연과 조기유합을 유발할 수 있다.

본 연구에서도 대상군의 척골측경사도는 대조군과 큰 차이가 없었으나, 척골변위가 대조군과 유의할 만한 차이가 있었던 것으로 미루어, 원위요골의 골단관은 주상골과 월상골로부터 균일한 압박력을 받으며, Salter-Harris에 의한 골단손상분류 제 5형에서와 같은 양상으로 조기유합 및 성장지연이 초래되지만, 원위척골은 영향을 적게 받을 것으로 사료된다. 또한 이러한 척골변위가 대상군 전체에서 경험한 완관절의 동통과 관련이 있는 요소로 사료되는 바이다.

본 연구대상에는 김등<sup>1)</sup>과 Janes와 Gino<sup>6)</sup>가 보고한 바 있는 추체의 설형변형, 원위요골의 골절, 그리고 Schmorl씨 결절등은 찾아볼 수 없었다. 이는 본 연구대상인 국가상비군은 스포츠 상해가 발생하였을 때에는 훈련에서 제외되어 저자가 대상으로 추출한 선수중에서도 제외된 상태였기 때문으로 사료된다.

## 결 론

1. Lumbosacral angle의 증가와 역도선수에서의 요추추부동통의 과거력과는 통계학적으로 유의할 만한 관련이 있었다.

2. Ulnar variance는 역도선수에서 대조군 보다 통계학적으로 유의할 만큼의 증가가 있었으며, 완관절동통의 주요한 원인의 하나로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 김광희 · 최일용 · 황건성 · 백성흠 : 역도와 스포츠외상. 대한스포츠 임상학회지, 1:151-153, 1983.
- 2) 황건성 · 김남현 · 장준섭 · 정인희 : 요통 환자의 요추각 변화에 관한 통계적 관찰. 대한정형외과학회지, 14:159-169, 1979.
- 3) Brown, E.E. and Lichtman, D.M.: *The evaluation of chronic wrist pain. Orthop. Clin. North Am.*, 15:183, 1984.
- 4) Cailliet, R.: *Low back pain syndrome. 3rd Ed., pp. 44-49, Philadelphia, Lippincott, 1981.*
- 5) Finneson, B.E.: *Low back pain. 2nd Ed., pp. 36-43, Philadelphia, Lippincott, 1980.*
- 6) Janes, R.R. and Gino, G.S.: *Fractures of the distal radial epiphysis in adolescent weightlifters. Am. J. Sports Med.*, Vol. 4, No. 1:26-27, 1976.
- 7) Kaner, J.M.G.: *The mechanism of carpal joint. Clin. Orthop.*, 202:16, 1986.
- 8) Linsheid, R.L., Dobyns, J.H., Bechenbaugh, R.D., Conney, W.P. and Wood, M.D.: *Instability patterns of the wrist. J. Hand Surgery.* 8:682, 1983.
- 9) Linscheid, R.L.: *Kinematic consideration of the wrist. Clin. Orthop.*, 202:27, 1986.
- 10) Mayfield, J.K.: *Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. Orthop. Clin. North Am.*, 15:209, 1984.
- 11) Milch, H.: *So-called dislocations of the lower end of ulna. Ann. Surg.*, 116:282, 1942.
- 12) Ogden, J.A.: *Skeletal injury in the child. pp. 34-35, Philadelphia, Lea and Febiger, 1982.*
- 13) Palmer, A.K., Werner, F.W. and Eng, M.M.: *Biomechanics of the distal radioulnar joint. Clin. Orthop.*, 20:187, 1984.
- 14) Panjabi, M.M. and White, A.A.: *Clinical biomechanics of the spine, pp. 48, Philadelphia, Lippincott, 1978.*
- 15) Panjabi, M.M. and White, A.A.: *The basic kinetics of human spine, 3:12, 1978.*
- 16) Sarrafian, S.K., Melamed, J.L. and Goshgarian, G.M.: *Study of wrist motion in flexion and extension. Clin. Orthop.*, 126:153, 1977.
- 17) Volz, R.G., Lieb, M. and Benjamin, J.: *Biomechanics of the wrist Clin. Orthop.*, 112:149, 1980.
- 18) Youm, Y. and Flatt, A.E.: *Kinematics of the wrist. Clin. Orthop.*, 149:21, 1980.