4만곡 형태의 특발성 척추옆굽음증 환자의 슈로스 운동효과: 증례보고

이선영¹⁾ · 조지훈²⁾ · 이호성^{1)*}

1) 단국대학교 2)신경대학교

ABSTRACT

Seon-Young Lee · Ji-Hoon Cho · Ho-Seong Lee. Effects of Schroth Exercise on Idiopathic Scoliosis in Patients with 4-Curve Type : Case Report. *KINESIOLOGY*, 2015, 17(4): 67-78. **[PURPOSE]** The purpose of this case report was to investigate the effects of the Schroth exercise on Cobb's angle, thoracic and lumbar hump tilt, hip joint internal rotation and external rotation in idiopathic scoliosis patients with 4-curve type. **[METHODS]** The subjects included 15-year-old female patients (n = 3) who had diagnosed with idiopathic scoliosis according to radiographic findings in Cobb's angle of 10 degrees or more. They performed the Schroth exercise for 140 minutes per day and 3 times per week, for 12 weeks. **[RESULTS]** Cobb's angle of thoracic spine was decreased by 17.9% (case 1), 10.0% (case 2) and 17.7% (case 3) after the Schroth exercise compared with before exercise. Cobb's angle of the lumbar spine was also decreased by 22.3% (case 1), 19.2% (case 2) and 24.2% (case 3) after the Schroth exercise respectively. Thoracic hump tilt was changed by 0% (case 1), 27.3% (case 2) and 18.2% (case 3) after Schroth exercise. Lumbar hump tilt was not changed or improved to 66.7% (case 1), 40.0% (case 2) and 33.4% (case 3) after the Schroth exercise respectively. ROM of hip joint internal rotation was increased by 7.1% (left of case 1), 5.4% and 29.0% (left and right case 2), and 10.5% and 2.5% (left and right case 3) after the Schroth exercise respectively. ROM of hip joint external rotation was also increased by 5.4% and 5.7% (left and right case 1), 15.0% (left case 2), and 40.7 % and 33.3% (left and right case 3) after the Schroth exercise respectively. **[CONCLUSIONS]** These results suggest that the Schroth exercise improves Cobb's angle, thoracic and lumbar hump tilt and hip joint ROM in idiopathic scoliosis patients with 4-Curve type, but there were large individual differences. Therefore, it is suggestive that the individual difference should be considered for the Schroth exercise in scoliosis patients.

Key words : schroth exercise, idiopathic scoliosis, 4 curve type

주요어 : 슈로스 운동, 특발성 척추옆굽음증, 4만곡 형태

서론

척추옆굽음증(scoliosis)은 Galen(AD.131-201)에 의해 처음 그 용어가 사용되었으며(John et al., 1994), 시상면의 정렬(sagittal profile)이 어긋나고 척추와 가슴우리(thorax)의 비틀림에 대한 척추의 좌우측 만곡으로 정의되어진다(Strokes et al., 1988). 이러한 척추옆굽음증은 방사선 사진에서 콕스각도(Cobb's angle)를 측정하여 알 수 있으며, 일반적으로 콕스각도가 10° 이상의 구조적 변화가 있는 것을 척추옆굽음증이라고 정의하고 있다(Kane, 1977; Lee, 1999).

건강보험심사평가원(Health Insurance Review & Assessment Service, 2011)은 척추옆굽음증 환자 중 10

대의 비율이 46.5%를 차지하고 있으며, 최근 5년간 진료인원이 12.2% 증가하였고, 그 가운데 여성이 약 2배 많다는 결과를 보고하였다. 발병률 및 진료인원 증가에는 여러 가지 원인이 있겠지만, 원인이 밝혀지지 않은 특발성 척추옆굽음증(idiopathic scoliosis)이 전체의 85%를 차지하고 있으며, 특히 10세에서 뼈 성장이 멈추는 청소년기에 가장 빈번히 발병한다(Mooney & Brigham, 2003). 따라서 척추옆굽음증이 성장기 때 유발되어 진행되면 성장과 함께 악화될 수 있으며, 뼈 성장이 끝난 후에도 퇴행적(degenerative) 변형이 진행되어 척추 형상의 기형과 구조물의 변형이 동반하며(Coillard & Rivard, 2001), 척추 주위 근육의 특성과 정상적인 자세의 정렬을 변화시켜 허리통증, 척추 분

* 교신저자: hoseh28@dankook.ac.kr

절의 움직임 감소와 심폐기능의 저하 등 심각한 문제점들을 가져오게 된다(Trobisch et al., 2010).

이러한 척추옆굽음증의 치료 방법으로는 수술적 방법과 보존적 방법이 있다(Focarile et al., 1991). 수술적 방법은 측만 각도를 감소시키는데 효과적이지만, 고도의 기술이 필요하고 고가의 의료비, 마취에 대한 위험, 통증, 그리고 수술 후 합병증으로 인한 출혈, 감염과 폐색전증이 있으며(Guay et al., 1994), 약 1~3% 정도의 척추 손상 위험이 있다고 보고되고 있다(Kostuik, 1990). 그리고 발육기에 있는 청소년의 수술적 방법은 척추의 지속적인 성장에 부정적인 영향을 줄 수 있다고 하였다(Hsu & Upadhyay, 1994). 보존적 방법은 정기적 관찰, 보조기, 견인, 도수, 운동 등이 있으며, 주목적은 척추 만곡의 진행을 막는 것과 폐기능의 호전과 통증 감소에 있다(Landauer & Wimmer, 2003). 현재 임상에서는 다양한 보존적 방법의 치료들이 진행되고 있으며, 그 중 대표적인 방법은 척추의 좌·우 근육의 균형 향상과 비대칭을 개선하고 척추의 안정화와 자세 유지 등에 초점을 둔 교정운동(Landauer & Wimmer, 2003; Zaina et al., 2009)이라고 할 수 있다. 하지만 교정운동은 단축된 근육을 신장 및 몸통의 안정성 강화를 위한 기능적 측면에 초점을 두고 시행하지만, 좌·우 만곡으로 발생한 생리학적 변인에 대해서는 비중을 두고 있지 않다(Martha & William, 2000). 때문에 이러한 문제점을 보완하기 위하여 최근 임상에서는 슈로스(Schroth) 운동방법이 적용되고 있다.

슈로스 운동법은 1894년 독일에서 태어난 Katharina Schroth라는 물리치료사에 의해 개발된 방법으로 슈로스 관점에서 특발성 척추옆굽음증에서의 만곡 형태를 3CH(Curve Hip), 3CTL(Curve ThoracoLumbar), 3C(Curve), 3CL(Curve Lumbar), 4C(Curve), 4CL(Curve Lumbar) 및 4CTL(Curve ThoracoLumbar)의 7가지로 분류한다(Weiss, 2011)<Figure 1>. 3CH는 골반의 측방

Figure 1. Schroth method classification

편위가 두드러지게 나타나는 단일 혹은 이중만곡 형태를 의미하며, 3CTL은 만곡의 첨부가 등허리뼈부위에 있는 단일만곡 형태를 의미하며, 3C는 골반의 측방변위가 없는 단일 혹은 이중만곡을 의미하고, 3CL은 허리뼈부위의 만곡이 긴 이중만곡 형태를 의미한다. 또한, 4C는 골반의 측방변위가 등뼈 부위의 갈비뼈 돌출고 방향과 동측인 이중만곡 형태를 의미하며, 4CL은 허리뼈부위 단일의 만곡 형태를 의미하며, 4CTL은 만곡의 첨부가 등허리뼈 부위에 있는 단일만곡 형태를 의미한다(Weiss, 2011).

슈로스 운동은 이러한 자체적인 방법의 분류를 통한 운동을 적용함으로써 특발성 척추측만증의 만곡 형태에 따른 운동이 가능하다. 슈로스 운동방법은 3차원적 척추옆굽음증 치료의 기초적인 법칙을 척추 결합 부위에 적용하여 치료하는 물리치료적인 접근방법이며, 측만증 환자에게 전형적으로 유발되는 3차원적인 면(시상면, 전두면, 수평면)에서의 비틀림(torsion)과 척추 및 가슴 우리와 골반부에 역 3차원적(역돌림; de-rotation, 역굽힘; counter-flexion, 재뒤굽음증; re-kypnosis)으로 접근한 운동방법을 이용하여 특별한 호흡기술인 체간의 볼록한 부분을 팽팽하게 하고, 오목한 부위에 공기가 들어 가게 하는 ‘돌림호흡(rotational breathing)’을 적용하여 몸통의 형상 및 호흡능력을 개선시켜 구조와 기능을 회복시키는 방법으로 감각운동 법칙에 근거한 이 운동의 목표는 불균형한 자세를 교정하고, 일상생활에서 교정된 자세를 유지할 수 있도록 환자를 교육하는 것이다(Lehnert-Schroth, 2000; Rigo et al., 2008; Weiss, 2010).

슈로스와 관련된 선행연구를 살펴보면, Negrini et al.(2008)은 특발성 척추옆굽음증 환자를 대상으로 콧스각도의 진행률 감소를 보고하였고, Borysov & Borysov(2012)의 연구에서도 슈로스 운동법을 7일간의 단기간 적용으로 콧스각도가 28.7°에서 13.7°로 통계적으로 유의하게 감소하는 효과가 나타났다고 보고하였다. 이와 같이 슈로스 운동을 이용한 치료는 현존하는 많은 운동치료방법 중 가장 오랜 역사를 가지고 있고, 임상적으로 검증효과가 있다고 많은 선행연구에서 보고하고 있으나(Weiss, 1991; Weiss et al., 2003; Fusco et al., 2011), 슈로스 운동이 개개인에 미치는 효과에 대한 연구, 즉 만곡형태가 같으면서 서로 다른 측만각도를 가진 각각의 대상자에게 슈로스 운동이 콧스각도, 등뼈와 허리뼈의 기울기, 엉덩관절의 가동범위에 미치는 효

과 규명에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 증례연구에서는 4만곡 형태의 특발성 척추 옆굽음증 여중생을 대상으로 슈로스 운동이 콥스각도, 등뼈와 허리뼈의 기울기 및 엉덩관절의 가동범위에 미치는 영향을 검증하였다.

연구방법

연구대상

연구대상은 서울시 소재 S운동센터에 내원한 환자를 대상으로 방사선 검사 소견상 등뼈 및 허리뼈의 콥스각도가 10도 이상으로 4만곡 형태를 가진 특발성 척추 옆굽음증을 진단 받은 수술 경험이 없는 15세 환자 3명으로 선정하였다(Green et al., 2009; Lehnert-Schroth, 2000; Weiss, 2011).

각 대상자는 정형외과 주치의와 연구자간의 실험에 관련된 전반적인 내용에 대한 협의를 통해 일차적으로 결정하였다. 후속적으로 환자 본인 및 보호자의 동의서를 받은 후 선정하였고, 실험에 관련된 내용과 방법 등을 사전에 교육하였으며, 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

본 증례보고의 대상자 중 증례 1의 경우, 2014년 1월에 처음 구미에 있는 A병원에서 방사선 검사 후 특발성 척추옆굽음증 진단을 받았으며, 2014년 5월까지 보존적 치료방법으로 보조기 착용 및 슈로스 운동을 진행하였으나, 2014년 5월에 본 센터에 내원 당시 보조기의 과도한 압박으로 인해 종창이 있는 상태였으며, 슈로스의 가장 핵심적인 돌림호흡이 교육되지 않은 채 동작에만 의존한 것으로 확인되었으며, 측만 각도 역시 개선되지 않았다.

증례 2의 경우, 2014년 3월에 처음 부산에 있는 S병원에서 방사선 검사 후 특발성 척추옆굽음증 진단을 받았으며, 2014년 4월까지 보존적 치료방법으로 보

조기치료, 도수치료 및 물리치료를 주 2회 20회 정도 실시하였으나, 2014년 4월에 본 센터에 내원 당시 추체의 회전변형 및 콥스각도가 진행된 것으로 확인되었으며, 또한 목과 어깨의 통증도 호소하였다.

증례 3의 경우, 2013년 11월에 처음 학교 검진의 간접검사에서 의심되어 서울에 있는 Y병원에서 방사선 검사 후 특발성 척추옆굽음증 진단을 받았으며, 보존적 치료방법으로 보조기 치료, 카이로프랙틱 치료, 도수치료 및 유연성 등의 운동치료를 주 3회 30회 정도 실시하였으나, 2014년 2월에 본 센터에 내원 당시 콥스각도가 개선되지 않은 것을 확인하였으며, 또한 좌측허리부위의 뭉치는 통증도 호소하였다. 대상자들의 내원당시 방사선 사진은 <Figure 2>과 같다.

Figure 2. Results of radiography

측정항목 및 방법

콥스각도(Cobb's angle)

콥스(Cobb's)의 방법에 따라 상단은 만곡의 오목한 면 쪽으로 위쪽표면이 기울어진 척추 중 가장 위쪽의 척추에 수평선을 긋고, 하단은 만곡의 오목한 면 쪽으로 아래 표면이 기울어진 척추 중 가장 아래 척추에 수평선을 그어 이 두 수평선 간의 각도를 슈로스 운동 전과 12주간의 운동 후에 각각 측정하였다(Maizlin & Vos, 2012)<Figure 3>.

Figure 3. Cobb's angle

Table 1. Physical characteristics of subjects

Subjects	Age(yrs.)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI(kg/m ²)
Case 1	15.2	160.4	48.1	18.8
Case 2	15.3	163.3	49.3	18.5
Case 3	15.0	162.5	48.4	18.3

등뼈와 허리뼈 기울기 검사

등뼈와 허리뼈 기울기 검사는 전방굽힘검사(Adams forward bending test) 동작을 취하게 하여 척추옆굽음증 계측기(scoliometer, USA)를 이용하여 측정하였다. 전방굽힘검사는 <Figure 4>와 같이 기립자세에서 양발을 모아 편 후 양손을 자연스럽게 떨어뜨리며, 상체를 앞으로 90° 굽히게 하여 측정하였다. 이때, 검사자는 대상자의 뒤에서 등과 눈높이를 같게 하고, 척추옆굽음증 계측기를 사용하여 갈비뼈 돌출고(rib hump)를 측정하여 등뼈의 기울기를 검사하였으며, 허리뼈 돌출고(lumbar hump)를 측정하여 허리뼈의 기울기를 검사하였다(Bunnell, 1984).

Figure 4. Thoracic and lumbar hump tilt test

영덩관절 가동범위

대상자의 안쪽돌림(internal rotation) 가동범위를 측정하기 위해 검사대에 걸터앉게 하고 무릎을 90° 굽힘(flexion) 시킨 상태에서 영덩관절은 벌림(abduction), 모음(adduction)이 없는 0°, 90° 굽힘 상태로 앉히고, 넓다리뼈(femur)를 수평으로 유지하기 위해 수건을 말아 넓다리뼈 먼쪽(distal) 아래에 놓은 상태로 측정하였다. 측정도구로 전자식 각도계를 사용하여 축은 무릎뼈(patella) 위에 놓고, 고정자를 지면과 수직으로 정렬한 다음, 움직임 자를 정강뼈(tibia)의 중심선과 평행하게 정렬하여 슈로스 운동 전과 12주간의 운동 후에 각각 측정하였다(Choi et al., 2012)<Figure 5>.

Figure 5. ROM of Hip joint internal rotation

또한 대상자의 가쪽돌림(external rotation) 가동범위를 측정하기 위해 검사대에 걸터앉게 하고 무릎을 90° 굽힘 시킨 상태에서 영덩관절은 벌림, 모음이 없는 0°, 90° 굽힘 상태로 앉히고, 넓다리뼈를 수평으로 유지하기 위해 수건을 말아 넓다리뼈 먼쪽 아래에 놓은 상태로 측정하였다. 측정도구로 전자식 각도계를 사용하여 축은 무릎뼈 위에 놓고, 고정자를 지면과 수직으로 정렬한 다음, 움직임 자를 정강뼈의 중심선과 평행하게 정렬하여 슈로스 운동 전과 12주간의 운동 후에 각각 측정하였다(Choi et al., 2012)<Figure 6>.

Figure 6. ROM of Hip joint external rotation

슈로스 운동

슈로스 운동은 12주간 진행되었다. 준비운동과 정리운동으로 걷기와 고정식자전거 운동과 스트레칭을 각각 10분씩 진행하였으며, 본 운동은 2시간 동안 슈로스 운동을 진행하였다. 슈로스 운동은 Maksym & Artem(2012)이 제시한 4만곡 형태에 따른 운동 프로그램을 주 3회 12주 동안 실시하였으며, 슈로스 운동은 <Table 2>와 같이 진행되었으며, 적용시점은 <Table 3>과 같았다.

Table 2. Schroth exercise for 4-Curve type

time	type	intensity/exercise volume
10min	treadmill, cycling cat walk & Schroth gait	RPE 11
2hour (25min × 5 exercise)	physio-logic 3D made easy Schroth side lying muscle cylinder muscle cylinder sitting fifty times	10reps/1min/2set Rest times Set: 10sec Exercise: 5min
10min	ADL (Sitting, Standing posture correction)	RPE 11

Physio-logic 운동

이 운동방법은 시상면의 정렬상태를 완화하기 위한 동작으로 운동방법은 첫째, 대상자를 의자에 바른 자세로 앉게 한 후 준비 자세는 골반중립자세에서 허리뼈

Table 3. Schroth exercise protocol for 4-Curve type

Exercise Type	Schroth exercise duration (week)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Physio-logic	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3D Made easy	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Side lying muscle cylinder			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sitting fifty times				○	○	○	○	○	○	○	○	○
Muscle cylinder					○	○	○	○	○	○	○	○

(lumbar spine)의 앞굽음(lordosis) 곡선을 만들어 줄 수 있도록 하였다. 둘째, 허리뼈의 앞굽음 곡선이 원활하게 만들어지지 않을 경우 <Figure 7>과 같이 동적 균형을 이용해 허리뼈의 앞굽음 곡선을 원활하게 만들 수 있도록 하였다. 셋째, 대상자는 흡기 후 호기하면서 등뼈의 뒤굽음(kyphosis)을 만들어 준다는 느낌을 가지며 붓을 앞으로 밀게 하였다(Weiss et al., 2006)<Figure 7>.

Figure 7. Physio-logic exercise

3D Made easy 운동

이 운동방법은 ADL(activity for daily living)에서 유래된 운동으로 가르치기가 용이하고 Physio-logic 운동을 병행하여 경증~중등증 대상자의 만곡을 교정하는데 이용된다(Weiss, et al., 2006). 운동방법은 첫째, 대상자는 척추를 신장시킨다는 느낌으로 골게 펴게 하였다.(삭제요청) 첫째, 골반고정을 목적으로 오른쪽 무릎을 약간 굽히게 하였다. 둘째, 어깨띠(shoulder girdle)를 교정하기 위해서 대상자의 어깨를 뒤·아래로 움직여 등뼈의 볼록한 부분을 수축시키게 하였다. 셋째, 대상자는 오목한 몸통 부위에 공기를 넣어준다는 느낌을 가지고 흡기하게 하였다. 넷째, 대상자는 볼록한 부분을 더 수축시킨다는 느낌을 가지고 강하게 호기하게 하였다. 이는 앞서 취한 자세와 동작의 유지와 척추의 안정화를 유도하기 위함이다<Figure 8>.

Figure 8. 3D made easy

Side lying muscle cylinder

이 운동방법은 대상자의 허리뼈 만곡 개선하기 위한 동작으로 운동방법은 첫째, 등뼈의 볼록한 부분이 위에 위치하도록 왼쪽면을 바닥에 밀착시켜 옆으로 눕게 하였다. 둘째, 오른쪽 등뼈의 볼록한 부분의 손을 몸통보다 조금 높은 의자 위에 올려두고, 반대편 손은 머리 위쪽으로 올리게 하였다. 셋째, 대상자 허리뼈의 볼록한 부위에 받침을 괴었으며, 오른쪽 허리뼈의 오목한 부위의 다리는 골반 높이의 의자에 올리게 하였다. 넷째, 대상자는 등뼈의 오목한 부위에 공기를 넣어 준다는 느낌으로 흡기하게 하였다. 다섯째, 대상자는 오른손으로 의자를 누름과 동시에 왼손과 오른쪽 다리의 거리가 멀어진다는 느낌으로 강하게 호기하게 하였다(Weiss, et al., 2006)<Figure 9>.

Figure 9. Side lying muscle cylinder

Sitting fifty times

이 운동방법은 대상자의 만곡 유형에 따른 견인목적인 동작으로 배쪽봉우리(ventral hump)와 갈비쪽봉우리(rip hump) 교정을 위하여 시행된다. 운동방법은 첫째, 허리뼈의 오목한 부위의 골반이 내려간다는 느낌으로 바닥에 앉게 하였다. 둘째, 왼손은 오른손 보다 조금 더 높게 막 대기를 잡고 막대는 지면과 수직을 유지하도록 하였다. 셋째, 등뼈의 오목한 부위의 손은 머리 위쪽에서 봉을 잡고, 오목한 부위의 갈비뼈 사이를 신장시킨다는 느낌을 갖도록 하였다. 등뼈의 볼록한 부위의 손은 눈높이에서 봉을 잡게 하였다. 넷째, 대상자에게 오른손으로 잡은 봉을 바닥쪽을 향해 누르고, 왼손은 늘려준다는 느낌으로 강하게 호기하게 하였다(Weiss et al., 2006)<Figure 10>.

Figure 10. Sitting fifty times

Muscle cylinder

이 운동방법은 대상자의 허리뼈 만곡 개선을 위한 동작으로, 골반과 허리각도의 수정을 위하여 시행되며, 운동방법은 첫째, 등뼈의 볼록한 부위의 발을 월바(wallbar)에 올려놓도록 하였다. 둘째, 머리, 몸통 및 다리가 평행이 되게 몸통을 기울여 서게 하였다.

Figure 11. Muscle cylinder

이때 몸통의 가쪽면이 서로 평행하게 자세를 취하게 하였다. 셋째, 대상자에게 등뼈의 오목한 부위의 손으로 양 어깨가 평행하게 봉을 잡도록 하였으며, 반대쪽 손은 어깨에 올리게 하였다. 넷째, 대상자가 등뼈

의 오목한 부위에 공기를 넣어준다는 느낌으로 흡기하게 하였으며, 등뼈의 볼록한 부위는 수축하며 강하게 호기하게 하였다(Weiss et al., 2006)<Figure 11>.

결과

콕스각도의 변화

콕스각도의 변화는 <Table 4>와 같으며, 등뼈의 콕스각도는 운동 전과 비교해서 운동 후 18.0%(증례 1), 10.2%(증례 2) 및 10.9%(증례 3)로 각각 감소하는 것으로 나타났다. 또한 허리뼈의 콕스각도는 운동 전과 비교해서 운동 후 22.4%(증례 1), 19.3%(증례 2) 및 23.8%(증례 3)로 각각 감소하는 것으로 나타났다.

Table 4. Changes in Cobb's angle after 4-curve type Schroth exercise program

Subject	Site	Pre	Post	Rate (%)
case 1	TS	56.4	46.3	18.0%
	LS	45.2	35.1	22.4%
case 2	TS	40.4	36.3	10.2%
	LS	47.2	38.1	19.3%
case 3	TS	34.4	28.2	10.9%
	LS	29.0	22.1	23.8%

TS; Thoracic Spine, LS; Lumbar Spine

등뼈와 허리뼈 기울기의 변화

등뼈와 허리뼈 기울기의 변화는 <Table 5>와 같으며, 등뼈의 기울기는 운동 전과 비교해서 운동 후 0%(증례 1), 27.3%(증례 2) 및 18.2%(증례 3)로 각각 변화가 없거나 감소하는 것으로 나타났다. 또한 허리뼈의 기울기는 운동 전과 비교해서 운동 후 66.7%(증례 1), 40.0%(증례 2) 및 33.4%(증례 3)로 각각 감소하는 것으로 나타났다.

영덩관절 가동범위의 변화

영덩관절 가동범위의 변화는 <Table 6>와 같으며, 영덩관절 안쪽돌림의 가동범위는 운동 전과 비교해서 운동 후 왼쪽 6.7%와 오른쪽 0%(증례 1), 왼쪽 5.6%와 오른쪽 28.5%(증례 2) 및 왼쪽 10.2%와 오른쪽

2.4%(증례 3)로 각각 증가하는 것으로 나타났다. 엉덩관절 가쪽돌림의 가동범위는 운동전과 비교해서 운동 후 왼쪽 5.9%와 오른쪽 5.3%(증례 1), 왼쪽 23.7%와 오른쪽 0%(증례 2) 및 왼쪽 39.9%와 오른쪽 32.6%(증례 3)로 증가하는 것으로 나타났다.

Table 5. Changes of thoracic and lumbar hump tilt after 4-curve type Schroth exercise program

Subject	Site	Pre	Post	Rate (%)
case 1	TS	9	9	0%
	LS	6	2	66.7%
case 2	TS	11	8	27.3%
	LS	5	3	40.0%
case 3	TS	11	9	18.2%
	LS	6	4	33.4%

TS; Thoracic Spine, LS; Lumbar Spine

Table 6. Changes in hip joint ROM after 4-curve type Schroth exercise program

Subject	Movement/Side	Pre	Post	Rate (%)
case 1	Hip Lt	28.1	30.0	6.7%
	IR Rt	38.2	38.2	0.0%
	Hip Lt	37.1	39.3	5.9%
	ER Rt	35.3	37.2	5.3%
case 2	Hip Lt	37.3	39.4	5.6%
	IR Rt	31.2	40.1	28.5%
	Hip Lt	32.4	40.1	23.7%
	ER Rt	37.3	37.3	0.0%
case 3	Hip Lt	38.2	42.1	10.2%
	IR Rt	40.2	41.2	2.4%
	Hip Lt	27.3	38.2	39.9%
	ER Rt	24.2	32.1	32.6%

IR; Internal Rotation, ER; External Rotation, Lt; Left, Rt; Right

논의

본 증례보고는 4만곡 형태의 서로 다른 각도를 가진 특발성 척추옆굽음증 환자의 슈로스 운동효과에 대해 검증한 결과, 슈로스 운동이 Cobb's 각도, 등뼈와 허리뼈 기울기 및 엉덩관절 가동범위를 개선시켰지만, 그 효과에는 개인차가 발생하였다.

본 증례보고에서 12주간의 슈로스 운동 후 등뼈와 허리뼈의 몸통기울기 변화를 확인한 결과, 등뼈의 경우 0°(증례 1), 3°(증례 2), 2°(증례 3)로 변화가 없거나

감소하는 것으로 확인되었으며, 허리뼈의 경우 4°(증례 1), 2°(증례 2), 2°(증례 3)가 감소하는 것을 확인하였다. Shin(2014)의 경우 10주간 복합 교정운동을 실시한 집단과 자세교육만을 실시한 결과, 몸통 기울기는 복합 교정운동의 경우 평균 3.4°, 자세교육의 경우 평균 0.2°가 감소되어 본 증례보고와 유사한 결과가 나타났으나, Lee & Lim(2013)의 경우 12주간의 슈로스 운동치료 사례의 연구에서 등뼈의 경우 6°, 허리뼈의 경우 5°가 감소되어 본 증례보고보다 높은 효과를 보고하였다. 서로 다른 결과는 다른 운동 자극과 결합된 개별특성이 만들어낸 결과로써 개별특성에 맞는 운동 자극이 최대효과를 만들어낼 것이다. 따라서 환자 개개인의 체력적인 요소 등을 고려한 척추옆굽음증 환자들의 정확한 만곡형태를 분석하여 3차원적인 운동법이 적용되어야 한다고 생각한다.

일반적으로 청소년의 척추옆굽음증의 경우 척추의 정렬이 바르지 않고, 정상적인 만곡이 이루어지지 않는다. 그리고, 근기능의 변화로 인해 척추의 변형이 일어나고, 이러한 변형은 Bunnell(1984)이 개발한 scoliometer를 이용하여 전방굽힘검사로 몸통 회전각을 측정하여 확인할 수 있다(Shin, 2014). 5°의 몸통 기울기는 약 11°의 콕스각도에 해당되며, 7°의 몸통 기울기는 20°의 콕스각도에 해당되는 것으로 보고되고 있으며(Lee, 1999), Coelho et al.(2013)은 64명의 특발성 척추옆굽음증 환자와 정상인을 대상으로 한 연구에서, scoliometer를 이용한 몸통 기울기의 측정값은 콕스각 간에 높은 상관관계($r=.70$, $p<.05$)가 있으며, 검사자내 신뢰도와 검사자간 신뢰도가 매우 높다고 보고하였다. 이러한 결과로 임상에서 척추옆굽음증 환자 선별 및 분석방법으로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

등뼈와 허리뼈의 콕스각도 변화를 확인한 결과, 등뼈의 경우 10.1°(증례 1), 4.1°(증례 2), 6.2°(증례 3)가 감소하는 것을 확인하였으며, 허리뼈의 경우 10.1°(증례 1), 9.1°(증례 2), 6.9°(증례 3)가 감소하는 것을 확인하였다. Herling(2009)은 특발성 척추옆굽음증 환자를 대상으로 24주 동안 슈로스 운동프로그램을 적용한 결과, 콕스각도가 52°에서 42°로 10°가 감소되었다고 보고하여 본 증례보고와 유사하게 나타났으나, Maksym & Artem(2012)의 경우 7일 간의 특발성 척추옆굽음증 환자를 대상으로 슈로스 운동프로그램을 적용한 결과,

콕스각도가 28.7°에서 13.7°로 15°가 감소되어 본 증례 보고 보다 높은 효과를 보고하였다. 반면에 Otman et al.(2005)의 경우에는 6주 동안 슈로스 운동프로그램을 적용시킨 결과, 콕스각도가 26.1°에서 23.4°로 2.7°가 감소하여 본 증례보고보다 낮은 효과를 보고하였다. 따라서 전술한 바와 같이, 슈로스 운동은 개인차를 고려한 만곡형태의 분석과 그에 따른 적절한 슈로스 운동을 적용시킬 필요가 있다고 생각된다.

Asher & Burton(2006)의 연구에 의하면, 특발성 척추옆굽음증이 나타나면 정상적인 시상면의 정렬상태가 소실되며 관상면상에서의 변형이 나타나게 되고, 척추옆굽음증으로 인하여 뒤틀어진 가슴우리에는 폐 공간 역시 뒤틀어져 있으며 이러한 상태에서의 일반적인 호흡은 흡기 시 갈비뼈의 돌림을 더욱 증가시켜 폐기능의 저하가 나타난다고 하였다(Herling, 2009). 반면에 슈로스 운동은 척추옆굽음증으로 인한 불균형적인 자세를 환자 본인이 자신의 모습을 정확하게 인지할 수 있도록 동기 부여를 제공하며 그 상태를 개선시키기 위해 호흡을 의도적으로 실시함으로써(Rigo et al., 2008) 특별한 호흡기술인 돌림호흡을 적용하여 몸통의 형상 및 호흡능력을 개선시키는 운동 방법으로(Lehnert-Schroth, 2000; Rigo et al., 2008) 좁아진 갈비사이(intercostal)를 늘려주고 가로막(diaphragma)과 호흡근육의 정상화를 도모하며 불균형적인 자세의 향상과 척추옆굽음증의 만곡을 감소시킬 수 있다(Lehnert-Schroth et al., 2007). Otman et al.(2005)은 슈로스 운동이 콕스각도, 자세적 결함 및 폐활량에 긍정적인 영향을 미친다고 하였으며, 신경운동 조절(neuromotor control)과 척추의 안정성(Focarile et al., 1991; Hermann et al., 1985), 호흡기능(Weiss, 1991) 및 자세의 균형능력을 향상시킨다고 보고하였다(Wong et al., 2001).

본 증례보고에서 4C 만곡형태의 Cobb's 각도 개선을 위한 슈로스 운동의 구체적인 목표 및 목적을 살펴보면, Physio-logic 운동은 시상면의 교정을 위한 움직임의 일컫는 총체적인 운동으로 대칭적인 가동성을 주어 허리뼈의 앞굽음과 등뼈의 뒤굽음을 위한 움직임의 개선을 목적으로 적용하였으며(Lee, 2014), 3D Made easy 운동은 3차원적인 자가 교정을 용이하게 할 수 있는 특징을 가진 운동으로서 주로 서 있는 자세의 교정을 목표로 적용하였고, Side lying Muscle cylinder 운동과 Muscle

cylinder 운동은 허리뼈 만곡의 개선을 위한 방법으로 가쪽 굽힘시 허리뼈와 등뼈의 움직임에 대한 기전과 허리뼈 만곡의 오목한 쪽의 근육의 활성화를 목적으로 적용하였다(Neumann, 2002). 또한 Sitting fifty times 운동은 두 봉을 사용한 축신장을 통해 스스로 이러한 견인의 관점을 만들어내고, 역돌림과 약간의 역회를 만들어 내기 위하여 적용하였으며, 마지막으로 일상생활 교정을 위한 걷기 등의 ADL 운동을 적용하였다.

본 증례보고에서는 4만곡 형태에 따른 척추옆굽음증 대상자에 대한 분석을 토대로 호흡패턴에 대한 교정을 포함하는 3차원적인 운동방법으로 접근하여 움직임과 자세의 교정을 위한 반복적인 동작에 의한 결과로 콕스각도가 개선되었다고 생각되며, 또한 돌림호흡을 통한 가로막과 호흡근의 정상화를 위한 노력 및 일상생활의 교정이 복합적으로 관련되어 콕스각도의 개선에 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 생각된다. 즉, 호흡패턴의 교정과 3차원적인 운동방법에 대한 효과라고 생각한다. 하지만, 본 증례보고에서는 슈로스 운동이 4만곡 형태를 가진 특발성 척추옆굽음증 환자의 콕스각도를 개선시켰지만, 그 효과에는 개인차가 발생하였다. 이러한 이유는 대상자의 서로 다른 측만 각도에 따른 변형이 척추 주위근의 신장과 수축능력에 대한 근활성도의 차이 때문에 나타났다고 생각하며, 또 다른 이유는 등뼈(12개)와 허리뼈(5개)의 개수 및 길이가 서로 다른 구조적인 원인 때문에 나타났다고 생각된다. 즉 등뼈와 허리뼈의 복합적인 움직임으로 구성된 슈로스 운동 적용에 대한 차이로 각도변화에 있어 개인차가 나타났다고 생각한다. 아울러 개개인에 따른 체력수준의 차이와 척추옆굽음증의 발병시점에 따른 차이일 가능성도 간과할 수 없다. 하지만 이러한 논의에 관해서는 어디까지나 가능성에 지나지 않기 때문에 향후에는 개개인의 측만각도에 따른 척추주위 근육 활성도와 체력적인 요소와 관련하여 슈로스 운동의 빈도, 강도, 기간의 차이에 따른 효과를 상세히 검토할 필요가 있다고 생각된다.

한편, 인체 분절 운동은 근 수축 또는 외부의 힘에 의해 뼈가 움직임으로써 일어나는데 뼈는 관절을 중심으로 움직이며, 관절의 구조는 관절을 지나는 연부조직의 유연성과 안전성, 두 뼈 사이에서 일어나는 관절 가동범위이며(Magel, 1989), Kendall et al.(2005)은 영

덩관절의 가동범위는 엉덩관절의 생역학적 작용에 따라 변화하며, 적절한 관절운동범위를 가지고 있는 것은 올바른 자세의 기본 조건으로 근육과 골격의 균형을 유지하여 신체를 지지하는 구조물을 보호하는데 기여한다고 하였다. 본 증례보고에서 엉덩관절 가동범위는 슈로스 운동전과 비교해서 운동후에 대부분 개선되는 것으로 나타났으나, 증례 1은 엉덩관절 안쪽돌림(오른쪽), 증례 2는 엉덩관절 가쪽돌림(오른쪽)에서 변화가 나타나지 않았다. 그리고, Roach & Miles(1991)에 의하면 엉덩관절 안쪽돌림과 가쪽돌림의 가동범위는 각각 $31^{\circ}\sim 32^{\circ}$, $32^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 이다. 본 증례보고 결과의 경우 증례 1의 안쪽돌림(왼쪽)은 6.7%, 가쪽돌림(왼쪽/오른쪽) 5.9%, 5.3% 증가 되었지만 아직까지도 비정상 범위에 해당되며, 증례 2의 안쪽돌림(왼쪽/오른쪽)은 5.6%, 28.5% 가쪽돌림(왼쪽) 23.7% 증가 되었지만 슈로스 운동전에도 이미 정상범위에 해당되는 수치였다. 그러나 증례 3의 가쪽돌림(오른쪽/왼쪽)의 경우 비정상에서 정상으로 개선된 것을 확인 할 수 있으며, 이러한 결과는 슈로스 운동효과로 매우 고무적이라 생각된다. 이러한 관점에서 볼 때, 이 연구에서는 슈로스 운동이 4만곡 형태를 가진 특발성 척추옆굽음증 환자의 엉덩관절 가동범위를 개선시켰지만, 그 효과에는 개인차가 있다는 사실을 확인하였다. 통상, 슈로스 운동은 엉덩관절 주변 근육과 인대의 긴장성을 유지시킴으로써 엉덩관절과 근육의 유연성을 증진시키는 효과가 있으며, 엉덩관절에 가동범위의 제한은 보행과 같은 이동능력의 감소 및 변화를 초래할 수 있다는 관점에서 특발성 척추옆굽음증 환자에게서 엉덩관절 가동범위는 매우 중요한 요인이라 할 수 있다(Olney & Richards, 1996). Kim et al.(2013)은 엉덩관절 안쪽돌림각도와 단분절 허리뼈 추간판 탈출증 발생부위에 관한 상관성을 분석한 연구에서 엉덩관절 안쪽돌림과 허리뼈의 변형에 관련이 있다고 보고하였다.

반면에 Tomasz et al.(2008)은 158명을 대상으로 한 청소년 특발성 척추옆굽음증 환자와 57명의 대조군 간의 몸통돌림과 엉덩관절 가동범위에 관한 연구에서 척추의 변형과 엉덩관절 가동범위에 대한 비대칭의 상관관계는 확인할 수 없으며, 엉덩관절 가동범위에 관련될 수 있는 만곡의 형태, 크기 또는 만곡의 진행 요인을 입증하는데 실패하였다고 보고하였다. 본 증례

보고에서도 3명의 특발성 척추옆굽음증 대상자에서 엉덩관절 안쪽돌림 및 가쪽돌림 가동범위 결과가 동일하게는 나타나지 않았으며, 개인의 차가 있는 것으로 나타났다. 선행연구 결과와 비교하여 볼 때, 엉덩관절 안쪽돌림의 경우 각 개개인의 허리뼈 만곡에 따른 관련성으로 인하여 나타난 결과로 생각되며, 또한 엉덩관절 안쪽돌림 시에 작용하는 작은볼기근(gluteus minimus), 중간볼기근(gluteus medius), 넓다리근막긴장근(tensor fasciae latae), 긴모음근(adductor longus), 짧은모음근(adductor brevis), 두덩근(pectines)의 활성화도에 대한 차이 때문이라고 생각된다. 따라서 엉덩관절 안쪽돌림과 허리뼈 만곡에 대한 관련성 연구가 추후 필요할 것으로 생각된다. 또한 엉덩관절 가쪽돌림의 가동범위에 있어서도 결과가 동일하게는 나타나지 않았으며, 개인차가 있는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 엉덩관절 가쪽돌림 시에 작용하는 넓다리빗근(sartorius), 큰볼기근(gluteus maximus), 중간볼기근, 작은볼기근, 넓다리네모근(quadratus femoris), 궁둥구멍근(piriform), 허리네모근(quadratus lumborum)의 활성화도에 대한 차이 때문이라고 생각한다. 향후에는 엉덩관절 가쪽돌림근과 엉덩관절 가동범위 및 허리만곡에 대한 관련성을 검토할 필요가 있다고 생각된다.

결론

본 증례보고는 4만곡 형태의 특발성 척추옆굽음증 환자의 콕스각도, 등뼈와 허리뼈의 기울기 및 엉덩관절 가동범위에 미치는 영향에 대해 검증한 결과, 슈로스 운동이 콕스각도 및 엉덩관절 가동범위를 개선시켰지만, 그 효과에는 개인차가 발생하였다. 따라서 척추옆굽음증 환자 개개인에 대한 정확한 만곡형태의 분석에 따른 적절한 호흡패턴의 교정을 위한 3차원적인 운동법이 적용되어야 할 것으로 생각하며, 또한 개개인의 상태에 따른 슈로스 운동 기간 설정이 필요할 것으로 생각한다.

이러한 관점에서 볼 때, 향후에는 개개인의 측만각도에 따른 척추주위 근육활성도와 체력적인 요소와 관련하여 슈로스 운동프로그램의 빈도, 강도, 기간과의 상관성에 대한 검토 및 엉덩관절 안쪽 및 가쪽돌

림 시 작용근과 가동범위와의 상관관계에 대한 추가적인 검증이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Asher, M. A., & Burton, D. C. (2006) Adolescent idiopathic scoliosis : Natural history and long term treatment effects. *Scoliosis*, 1(1): 2.
- Borysov, M., & Borysov, A. (2012), Scoliosis short-term rehabilitation(SSTR) according to 'Best Practice' standards- are the results repeatable. *Scoliosis*, 7(1): 1-17.
- Bunnell, W. P. (1984). An objective criterion for scoliosis screening. *Journal of bone and joint surgery, American volume*, 66(9): 1381-1387.
- Choi, B. O., Kang, S. H., Kim, Y. S., Moon, S. E., Moon, S. K., & Eom, K. M. (2012). *Measurement of Joint Motion, 4th ed.*, Seoul: Yeongmun publishing company.
- Coelho, D. M., Bonagamba, G. H., & Oliveira, A. S. (2013). Scoliometer measurements of patients with idiopathic scoliosis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(2): 179-184.
- Coillard, C., & Rivard, C. (2001). Etiology of idiopathic scoliosis: An unsynchronized growth or why a system can turn chaotic. *Resonances Europeenes du Radis*, 9(29): 1123-1139.
- Focarile, F. A., Bonaldi, A., Giarolo, M. A., Ferrari, U., Zilioli, E., & Ottaviani, C. (1991). Effectiveness of nonsurgical treatment for idiopathic scoliosis. Overview of available evidence. *Spine*, 16: 398-401.
- Fusco, C., Zaina, F., Atanasio, S., Romano, M., Negrini, A., & Negrini, S. (2011). Physical exercises in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: An updated systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 27(1): 80-114.
- Green, B. N., Johnson, C., & Moreau, W. (2009). Is physical activity contraindicated for individuals with scoliosis? A systemic literature review. *Journal of Chiropractic Medicine*, 8(1): 25-37.
- Guay, J., Haig, M., & Lortie, L. (1994). Predicting blood loss in surgery for idiopathic scoliosis. *Canadian Journal of Anesthesia*, 41: 775-781.
- Health Insurance Review & Assessment Service. (2011). "Teenage waist bend" attention should scoliosis" October 28, 2011(Friday) press release, 1-5.
- Herling, O. (2009). Clinical measurements, radiological and cosmetic improvements in a girl with adolescent idiopathic scoliosis treated with a schroth rehabilitation program: A single case study. *Scoliosis*. 4(2): 28.
- Hermann, R., Mixon, J., Fisher, A., Maulucci, R., & Stuyck, J. (1985). Idiopathic scoliosis and the central nervous system: a motor control problem. *Spine*, 10(1): 1-4.
- Hsu, L. C., & Upadhyay, S. S. (1994). Effect of spinal fusion on growth of the spine and lower limbs in girls with adolescent idiopathic scoliosis: A longitudinal study. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 14(5): 564-568.
- John, E. L., Robert, B. W., David, S. B., & James, W. O. (1994). *Moe's Textbook of scoliosis and other spinal deformities*. Philadelphia. W.B. Saunders.
- Kane, W. J. (1977). Scoliosis prevalence: A call for a statement of terms. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126: 43-46.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodger, M. M., & Romani, W. A. (2005). *Muscles : Testing and function with posture and pain*. Baltimore, Md. Lippincott williams & Wilins.
- Kim, J. S., Choi, H. S., Jung, Y. G., Choo, W. J., & Nam, H. W. (2013). Analysis of relationship between hip internal rotation angle and the level of herniation of lumbar intervertebral disc(HIVD) in single-segment. *The Journal of Korea CHUNA Manual Medicine for Spine and Nerves*, 3(8): 39-47.

- Kostuik, J. P. (1990). Operative treatment of idiopathic scoliosis. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 72(7): 1108-1113.
- Landauer, F., & Wimmer, C. (2003). Therapieziel der Korsettbehandlung bei idiopathischer adoleszenten skoliose. *MDT*, 123: 33-37.
- Lee, C. S. (1999). Idiopathic scoliosis. *Journal of Korean Society of Spine Surgery*, 6(2): 288-296.
- Lee, S. G. (2014). Improvement of curvature and deformity in a sample of patients with idiopathic scoliosis with sepcific exercises. *OA Musculoskeletal Medicine*, 12; 2(1): 6.
- Lee, S. G., & Lim, S. K. (2013). The case study of exercise therapy using schroth method in a patient with adolescent idiopathic scoliosis. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*, 15(4): 155-167.
- Lehnert-Schroth (2000). *Dreidimensionale Skoliosebehandlung*. 6th edition. Stuttgart, Urban & Fischer.
- Lehnert-Schroth, C, Christiane Mohr, Alistair Reeves & Douglas A. S. (2007). *Three-dementional treatment for scoliosis*. California. Lightning SourceInc.
- Magel, M. C. (1989). *Musculoskeletal assessment, joint range of motion and manual muscle strength*. Canada. Williams & Wilkins.
- Maizlin, Z. V., & Vos, P. M. (2012). How to measure scapholunate and Cobb's angles on MRI and CT. *Journal of digital imaging*, 25(4): 558-561.
- Maksym B., Artem B. (2012). Scoliosis short-term rehabilitation (SSTR) according to, 'Best Practice' standards-are the results repeatable? *Scoliosis*, 7(1): 1.
- Martha, C. H., & William, J. B. (2000). Improved chest expansion in idiopathic scoliosis after intensive, multiple-modality, nonsurgical treatment in an adult. *Chest*, 120: 672-674.
- Mooney, V., & Brigham, A. (2003). The role of measured resistance exercise in adolescent scoliosis. *Orthopedics*, 26: 167-171.
- Negrini, S., Atanasio, S., Zaina, F., & Romano, M. (2008). Rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis: results of exercises and bracing from a series of clinical studies. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44: 169-76.
- Neumann. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. United States. Mosby.
- Olney, S. J., & Richards, C. (1996). Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait Posture*, 4: 136-148.
- Otman, S., Kose, N., & Yakut, Y. (2005). The efficacy of Schtoth's 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey. *Saudi Medical Journal*, 26(9): 1429-1435.
- Rigo, M, Quera-Salva, G., Villagrasa, M, Ferrer, M, Caeae, A, Corbella, C, Urrutia, A, Martinez, S., & Puigdevall, N. (2008). "Scoliosis Intensive Out-patient Rehabilitation Based on Schroth Method". *Studies in Health Technology and Informatics*, 135: 208-227.
- Roach, K. E. & Miles, T. P. (1991). Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Physical therapy*, 71(9): 656-665.
- Shin, K. C. (2014). *Effects of 10 weeks of combined remedy exercise on angle of truncl rotation, body balance, electromyography, and physical fitness in elementary students with scoliosis*. Doctor's Thesis, Kyunghee University Graduate School, Gyeonggido, Republic of Korea.
- Strokes, I. A. F., Armstrong, J. G., Moreland, M. S. (1988). Spinal deformity and back surface asymmetry in idiopathic scoliosis. *Journal of Orthopaedic Research*, 6: 129-137.
- Tomasz K, Agata W., & Andrzej S. (2008). Trunk rotation and hip joint range of rotation in adolescent girls with idiopathic scoliosis: does the "dinner plate" turn asymmetrically?

- Scoliosis*, 3: 1.
- Trobisch, F., Suess, O., & Schwab, F. (2010). Three-dimensional treatment for scoliosis: A Physiotherapeutic Method for Deformities of the spine. *Deutsches Ärzteblatt international*, 107(49): 875-884.
- Weiss, H. R. (1991). The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 16(1): 88-93.
- Weiss, H. R. (2010) "Best practice" in *Conservative Scoliosis care*. Richard Pflaum Verlag.
- Weiss, H. R. (2011). The method of Katharina Schroth-history, principles and current development. *Scoliosis*, 6: 17.
- Weiss, H. R., Dallmayer, R., & Gallo D. (2006) Sagittal Counter Forces (SCF) in the treatment of Idiopathic Scoliosis-A Preliminary Report. *Pediatric Rehabilitation*, 9: 24-30.
- Weiss, H. R., Weiss, G., & Petermann, F. (2003). Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): An age and sex matched controlled study. *Pediatric Rehabilitation*, 6: 23-30.
- Wong, M. S., Mak, A. F., Luk, K. D. Evans, J. H., & Brown, B. (2001). Effectiveness of audio-biofeedback in postural training for adolescent idiopathic scoliosis. *Prosthetics and Orthotics International*, 25(1): 60-70.
- Zaina, F., Negrini, S., Atanasio, S., Fusco, C., Romano, M., & Negrini, A. (2009). Specific exercises performed in the period of brace weaning can avoid loss of correction in Adolescent Idiopathic Scoliosis(AIS) patients: Winner of SOSORT's 2008 Award for Best Clinical Paper. *Scoliosis*, 4: 8.