

누리다 볼 운동이 중년 남성의 근기능, 척추정렬 및 동적 균형능력에 미치는 영향

최동훈¹ · 김태경² · 박재명³ · 정중환⁴ · 염동철⁴ · 조인호⁵ · 조준용⁵ · 구정훈^{5,†}

¹한국체육대학교 운동생화학실, 박사후 연구원

²한국체육대학교 체육과학연구소, 교수

³한국체육대학교 스포츠청소년지도학과, 교수

⁴한국체육대학교 체육학과, 교수

⁵한국체육대학교 운동건강관리학과, 교수

(2020년 11월 29일 접수: 2020년 12월 14일 수정: 2020년 12월 17일 채택)

Effect of Nurida-Ball exercise on muscle function, spinal alignment, and dynamic balance capacity in Middle-Aged Men

Dong-Hun Choi¹ · Tae-Kyung Kim² · Jae-Myoung Park³ · Jong-Hwan Jung⁴
Dong-Chul Yeom⁴ · In-Ho Cho⁵ · Joon-Yong Cho⁵ · Jung-Hoon Koo^{5,†}

¹*Exercise biochemistry Laboratory, Korea National Sport University*

²*Institute of Sport Science, Korea National Sport University*

³*Department of Youth Guidance and Sport Education, Korea National Sport University*

⁴*Department of Physical Education, Korea National Sport University*

⁵*Department of Health and Exercise Science, Korea National Sport University*

(Received November 29, 2020; Revised December 14, 2020; Accepted December 17, 2020)

요 약 : 본 연구는 8주간의 누리다 볼 운동이 중년 남성들의 등속성 근기능, 척추 정렬 및 동적 균형 능력에 미치는 영향을 규명하는데 있다. 본 연구의 대상자는 중년 남성(n=16)을 공 운동 그룹(BE, n=8)과 비교 그룹(CON, n=8)으로 구분하였으며 BE 그룹은 하루 30분, 주 3회, 총 8주간 누리다 볼 운동을 실시하여 등속성 슬관절 및 체간의 근 기능, 척추 정렬 및 동적 균형 능력을 측정하였다. 측정된 모든 변인들은 평균과 표준편차를 산출하고, Shapiro-Wilk test를 이용하여 정규성 검증을 확인하였다. 이후 집단 간의 차이를 확인하기 위해서 독립(Independent) t-test 방법과 대응(Paired) t-test 방법을 이용하여 분석하였다. 본 연구의 결과, 등속성 슬관절 및 체간 근 기능은 CON 그룹과 비교하여 BE 그룹에서 좌측과 우측의 슬관절 신전근의 피크파워(%BW, 60° /sec, $p < .001$, respectively), 좌측과 우측 슬관절 신전근의 평균파워(%BW, 60° /sec, $p < .05$, $p < .001$, respectively), 우측 슬관절 굴곡근의 피크파워(%BW, 180/sec, $p < .05$) 및 우측 슬관절 신전근의 평균파워(%BW, 180° /sec, $p < .05$)가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 등속성 체간의 근 기능 변화량은 CON 그룹과 비교하여 BE 그룹에서 신전근의 피크토크(%BW, 180/sec, $p < .05$)

†Corresponding author
(E-mail: mt634@knsu.ac.kr)

가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 누리다 볼 운동은 몸통 앞뒤 기울기를 감소시켜 척추 정렬을 일부 개선한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 마지막으로 CON 집단과 비교하여 BE 집단에서 동적 균형 능력은 6 단계의 전체균형지수($p < 0.01$), 전후균형지수($p < 0.05$) 및 1단계의 전체균형지수($p < 0.05$)를 유의하게 감소시켰다. 따라서 연구를 종합해 보면 누리다 볼 운동은 중년 남성들에게 있어 등속성 근 기능, 척추 정렬 및 동적 균형 능력과 같은 건강 관련 체력을 향상 시킬 수 있는 효과적인 운동 기구라고 사료되며, 향후 운동의 형태(강도, 빈도 등)를 다양하게 적용한 후속 연구가 필요할 것이다.

주제어 : 건강, 척추 정렬, 동적 균형 능력, 등속성 근 기능, 운동기구

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effect of Nurida-Ball exercise on isokinetic muscle function, spinal alignment, and dynamic balance capacity in middle-aged men. All middle-aged men($n=16$) were divided into 2 groups: Ball exercise(BE, $n=8$) and control(CON, $n=8$) group. BE group performed the Nurida-Ball exercise(30 min/day, 3 days/week, 8 weeks) and isokinetic knee and trunk muscle function, spinal alignment, and dynamic balance capacity were measured. All of the measured variables calculated the mean and standard deviation and verified normality using the Shapiro-Wilk test. The independent t-test method and the Paired t-test method were then analyzed to identify differences between groups. This study found that isokinetic knee and trunk muscle function was significantly strengthened in the BE compared with CON group by increasing peak torque(PT) of right and left knee extension(60° /sec, $p < 0.01$, respectively), average power(AP) of right and left knee extension(60° /sec, $p < 0.05$, $p < 0.01$, respectively), and PT of right knee flexion(180° /sec, $p < 0.05$) and AP of right knee extension(180° /sec, $p < 0.05$). In the change of isokinetic trunk muscle function, only PT of trunk extension(180° /sec) was increased in the BE compared with the CON group($p < 0.05$). In addition, Nurida-ball exercise can improve the spinal alignment by reducing the trunk inclination($p < 0.05$) in the BE compared with the CON group. Finally, dynamic balance capacity was also enhanced in the BE compared with the CON group by decreasing the score of overall balance index(OBI, $p < 0.01$) and Antero-posterior balance index($p < 0.05$) in the Stage-6, and OBI($p < 0.05$) in the Stage-1. This result demonstrated that Nurida-ball exercise may improve spinal alignment, dynamic balance capacity, and isokinetic muscle function, which might be an effective way for the improvement of health-related fitness in middle-aged men.

Keywords : Fitness, Spinal Alignment, Dynamic Balance Capacity, Isokinetic Muscle Function, Exercise Equipment

1. 서론

의료기술 발달은 인간의 기대수명을 증가시킨 반면 자동화 기술의 발달로 인해 신체활동을 감소시켜 많은 대사성 질환의 발병률이 증가되고 있다. 특히 노년기로 접어들기 전 중·장년기의 근 감소, 체지방 증가 및 균형능력 소실 등과 같은 신체기능 저하는 다양한 질병을 유발할 수 있는 가능성이 매우 높은 것으로 보고되었다[1, 2]. 그 중에서도 노화에 따라 나타나는 심부 근육들의 위축은 척추의 정렬을 무너뜨리고 근육 퇴행을

유발하여 요통이 유발할 수 있다[3, 4]. 또한, 하지에 우선적으로 나타나는 type-II 근섬유의 소실은 근력을 감소시킬 뿐만 아니라 균형 능력을 떨어뜨려 결과적으로 낙상과 같은 위험한 사고에 노출 될 수 있다[5, 6]. 따라서 질병을 치료하는 것이 아닌 질병을 예방하는 관점에서 고려해보면 노년기에 접어들기 전 중·장년기부터 다양한 방법을 통해 신체 능력을 유지하거나 개선시키는 것이 중요하다.

그 중 신체활동(Physical activity)은 뇌 기능, 근육, 심장과 같은 다양한 조직에 긍정적인 영향

을 미쳐 건강한 삶을 영위하는데 필수적이라고 보고되었다[7, 8]. 특히 유산소성 운동은 심폐지구력 향상과 함께 체지방을 감소시켜 일부 요통을 완화시킬 수 있는 효과적인 방법이라고 보고되었다[9, 10]. 대표적인 유산소성 운동인 걷기는 대다수의 중·장년층이 즐기는 운동의 형태로 신체 능력뿐만 아니라 정신적인 측면에서도 효과적인 것으로 보고되었다[11, 12]. 하지만 걷기 운동의 효율성과 환경적인 요인으로 일부 제한점이 언급되고 있다. 먼저 중년기에 접어들면서 나타나는 근력의 감소는 근 위축과 관련이 있기 때문에 [13], 이 시기에 근육을 단련시키기 위해서는 유산소성 운동뿐만 아니라 근육을 자극시킬 수 있는 저항성 운동이 병행되어야 한다. 또한, 최근 미세먼지와 전염성이 강한 코로나 바이러스 등과 같은 환경적인 문제는 걷기와 같은 실외 운동을 제한하고 있어 이를 극복하기 위한 다양한 운동 방법들과 기구들이 필요한 실정이다.

최근 개발되어 좁은 실내에서도 운동수행이 가능한 ‘누리다 볼’은 <Fig 1>과 같이 스펀지를 이용한 특수 제작된 공으로 공에 끈에 매달아 목에 착용하고 신장에 맞게 조절하여 양발로 번갈아가며 공을 맞추는 형태의 운동기구이다. Koo 등 [14]의 연구에 의하면, 중년 남성들을 대상으로 일회성 누리다 볼 운동 기구를 30분 실시한 결과, 운동강도는 심폐지구력을 향상시킬 수 있는 중강도(HRpeak: 55~85%, VO2peak: 23~61%) 수준에 이르는 것으로 나타났으며, 8주간의 규칙적인 공 운동은 근 손상이 나타나지 않는 범위에서 체지방과 혈중 지질을 감소시키고, 심폐지구력을 향상시키는 것으로 보고되었다. 누리다 볼 운동은 걷기와 비교하여 무릎을 직각으로 들면서 공을 발등으로 정확히 연속적으로 차야하기 때문에 동작의 범위가 크며 이로 인해 하지 근육의 수축과 이완으로 일부 근력을 향상시킬 수 있다

고 보고하였다(Fig 1). 또한, 공을 차는 과정에서 상체를 정확히 세워야하기 때문에 척추를 지탱하는 주변 근육들을 자극하고 이로 인해 척추의 부정렬을 일부 완화시킬 수 있을 것이라고 기대된다. 만약 누리다 볼 운동에 의한 근 기능과 척추의 정렬 및 균형감각 개선이 확인된다면 유산소성 능력뿐만 아니라 저항성 운동능력 향상에도 효율적인 운동 기구라고 제시할 수 있을 것이다. 하지만 아직까지 이 운동 기구에 대한 효과 검증 연구는 매우 부족하며 새롭게 개발된 운동기구 혹은 프로그램의 효율성을 제시하기 위해서는 많은 연구가 진행되어야 한다.

따라서 본 연구는 누리다 볼 운동기구를 이용한 8주간의 신체활동이 중년 남성들의 등속성 근 기능과 척추 정렬 및 동적 균형 능력에 미치는 영향을 분석하여 누리다 볼 운동기구의 효과를 과학적으로 검증하는데 있다.

2. 연구 방법

2.1. 연구대상

본 연구의 대상자는 척추관련 근골격계질환이 없는 50대 중년 남성 16명을 대상으로 누리다 볼 운동 집단(Ball exercise: BE, $n=8$)과 비교 집단(Control: CON, $n=8$)으로 구분하였다. 먼저 대상자들에게 본 연구에 대한 내용과 과정을 충분히 설명한 후 자발적으로 참여하기를 희망하는 대상자들에게 실험동의서(informed consent form)를 받고 연구를 진행하였다. 연구대상자의 신체적인 특성은 <Table 1>과 같다.

2.2. 누리다 볼 운동 프로그램

본 운동 기구는 바닥과 공의 높이에 따라 운동의 난이도가 조절되는 기구로 처음 운동을 접하

Table 1. Characteristics of subjects

Variables	Group	BE($n=8$)	CON($n=8$)	t-value	p-value
Age (yr)		53.25±3.37	54.00±1.93	-0.546	0.069
Hight (cm)		173.54±7.76	172.64±7.55	0.235	0.720
Weight (kg)		75.90±11.67	70.41±8.21	1.088	0.335
BMI (kg/m ²)		25.07±2.29	23.60±2.15	1.325	0.714

Value are mean and SD

BE: Ball exercise group, CON: control group

는 대상자를 고려하여 공의 높이를 무릎에 고정하고 실험을 실시하였으며 선행연구에서 진행했던 프로그램을 참고하여 계획하였다[14]. 먼저 대상자는 태권도의 앞차기 동작 중 1단계인 무릎을 직각으로 올리는 동작을 취하는 동시에 발등으로 공을 찰 수 있도록 수행하여 기구에 대한 적응을 할 수 있도록 유도하였다(5회/주, 10분, 1주). 이후 본 운동은 총 8주간, 1일 30분, 주 3회에 걸쳐 실시하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Nurida-ball exercise equipment.

2.3. 측정항목 및 방법

2.3.1. 신체구성

운동 시작 전 대상자들의 신체적 특성을 확인하기 위해 대상자는 공복 상태에서 가벼운 옷차림으로 신장(cm)과 체중(kg)을 측정하고(동산 제닉스, Korea), Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA, GX system, Madison, WI, USA) 기기 위에 누워 연속적으로 횡측 촬영을 10분간 시행하였다.

2.3.2. 척추 정렬 분석

척추의 구조와 형태 및 변형을 객관적으로 분석하기 위해 3차원 영상 처리기(Formetric III, Germany)를 이용하여 측정하였다. 먼저 대상자는 <Fig. 2>와 같이 엉덩이 꼬리뼈가 보일 정도로 상의 탈의 한 후 측정을 실시하였다. 이후 대상자는 2~3회의 심호흡으로 안정을 취하게 하고 정확한 자료를 얻기 위해 대상자와 기구간의 거리를 2m 정도 두고 짧은 시간(0.04~0.06초)동안 촬영을 실시하였다. 측정 방법은 4가지의 해부학적 정점인 경추 7번(vertebra prominens, VP), 오른쪽 및 왼쪽 후상장골극(PSIS Dimple Left and Right, DL and DR) 그리고 양쪽 후상장골극 중앙(dimple middle, DM)을 기반으로 척추 형태를 측정하였다. 측정항목은 몸통 앞뒤 기울기(Trunk inclination, TIC), 몸통 좌우 기울기(Trunk imbalance, TIM), 골반 기울기(Pelvic tilt, PT), 골반 비틀림각(Pelvic torsion, PTS), 척추 측만곡(Lateral deviation, LD), 흉추후만각(Kyphotic angle, KA), 요추 전만각(Lordotic angle, LA)에 대한 변인을 분석하였다.

2.3.3. 동적 균형 능력

대상자들의 동적 균형 능력은 Biodex Balance System(Biodex, U.S.A) 장비를 이용하였고, 소프트웨어(Biodex 950-302, Biodex Inc.,U.S.A)로 연결된 발판을 사용하여 객관적으로 측정치를 분석하였다. 측정된 변인은 전체균형지수(Overall Balance Index: OBI), 전·후 균형지수(Antero-posterior Balance Index: ABI) 및 좌·우 균형지수(Medio-lateral Balance Index: MBI)로 나타난다. 측정 방법은 대상자의 기본 정보를 입력하고

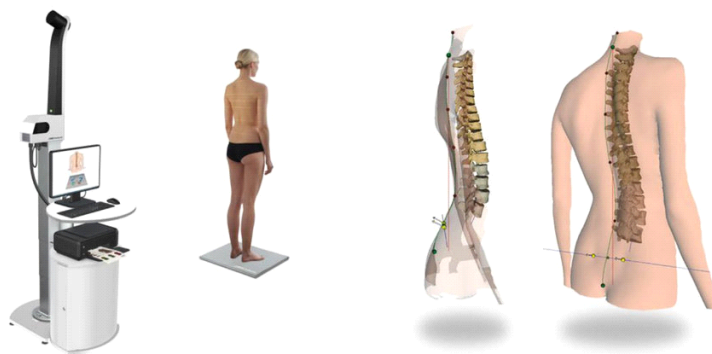


Fig. 2. Spine Alignment analyzer.

발판 위에 서게 한 후 발을 움직여 화면 중심점에 발을 맞추면 장비는 그 중심점을 기록하고 발의 좌표는 수동으로 입력하였다. 이후 발의 위치를 변화시키지 않는 범위 내에서 몸의 중심을 이동하여 30초간 중심점의 이동을 측정하였다. 측정 빈도는 2회 반복하여 측정하고 측정간 휴식은 1분으로 하였다. 결과 값은 0-9까지 기록되며 0은 안전화 상태인 반면 9는 매우 불안정한 상태를 나타낸다. 측정은 발판의 안정도를 변화시켜 stage-6(어렵다)와 stage-1(매우 어렵다)의 총 2단계로 각각 측정하였다.

2.3.4. 등속성 근 기능

등속성 근기능 검사는 HUMAC NORM(USA)을 이용하여 CSMI (Humac Norm Testing & Rehabilitation System User's Guide)[15]의 매뉴얼에 따라 슬관절과 체간의 신전근 및 굴곡근 근력을 측정하였다. 먼저 슬관절 측정은 대상자의 몸통, 허리 및 대퇴는 스트랩을 이용하여 단단히 고정하고 슬관절의 관절 가동범위는 신전 0°에서부터 굴곡 90°까지 수행하도록 하였다. 측정 준비가 완료되면 예비 운동을 3회 실시하고 각속도 60°/sec에서 5회, 180°/sec에서 15회 측정하여 관절의 신전근 및 굴곡근 근력을 각각 측정하였다. 또한, 체간 근력은 대상자의 장골능 연장선이 척추와 만나는 지점을 기준으로 발판의 높이 조절과 함께 대퇴부와 견갑골을 매뉴얼에 따라 단단히 고정하고 허리 관절에 의하여 굴곡과 신전을 반복하는 동작을 실시하여 측정하였다. 측정 준비가 완료되면 예비 운동을 3회 실시하고 각속도 30°/sec에서 5회, 180°/sec에서 15회 측정하였다. 본 측정에서 확인한 피크토크(Peak torque: PT)와 평균파워(Average power: AP)는 체중당 상대 근력(%BW)으로 나타냈다.

2.4. 자료처리방법

SPSS 24.0 통계 프로그램을 이용하여 측정된 모든 변인들은 평균(mean)과 표준편차(standard deviation, SD)로 산출하였다. 먼저 운동 전후 척추 형태, 동적 균형 감각 및 등속성 근 기능 관련 변인들을 Shapiro-Wilk test를 이용하여 정규성 검증을 확인한 결과 모든 항목에서 정규분포를 만족하였다. 이후 집단 간의 차이를 확인하기 위해서 각 집단에서 변인들의 점수 차이 분석방법(Change-score analysis)에서 얻어진 평균 차이(사후-사전) 값을 독립(Independent) t-test 이용

하여 분석하였다. 또한, 집단 내 운동 전후 시기 간 차이는 대응(Paired) t-test 이용하여 분석하였다. 통계학적 검증을 위한 유의도 수준은 $\alpha < 0.05$ 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 슬관절 및 체간 근 기능의 변화

노화에 의한 척추의 변형은 좌식생활 증가 및 신체활동 감소 등과 같은 다양한 요인으로 나타나며 이는 인체 중심의 불균형과 척추의 틀어짐 및 근골격계 질환을 유발한다[3, 4]. 따라서 코어 근육을 강화시켜 척추의 불안정을 완화시키고 균형 능력을 증가시키기 위해 다양한 운동 방법들과 도구들이 개발되고 있다. '누리다 볼' 운동 기구는 가느다란 줄에 걸려 있는 공을 정확히 발등으로 맞춰야 하므로 무릎을 걷기보다 더 큰 범위로 움직일 수 있도록 만들어져, 본 연구는 규칙적인 누리다 볼 운동이 하체 근육에 미치는 영향을 확인하기 위해 슬관절의 근기능 능력을 분석하였다(Table 2).

먼저 슬관절 신전근에서는 PT(%BW, 60°/sec)의 집단 간 변화량 차이가 우측과 좌측 모두 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(우측: $t=3.881$, $p=0.002$; 좌측: $t=3.020$, $p=0.009$). 또한, 집단 내 시기 간의 변화에서도 BE 집단에서만 운동 후 우측과 좌측 모두 유의하게 증가한 것으로 나타났다(우측: $t=-5.624$, $p=0.001$; 좌측: $t=-4.339$, $p=0.003$). 슬관절 신전근 AP(%BW, 60°/sec)의 집단 간 변화량 차이도 우측과 좌측 모두 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(우측: $t=2.474$, $p=0.027$; 좌측: $t=3.070$, $p=0.008$), BE 그룹에서만 운동 후 우측과 좌측 모두 유의하게 증가한 것으로 나타났다(우측: $t=-4.109$, $p=0.005$; 좌측: $t=-4.223$, $p=0.004$). 한편 슬관절 180°/sec의 PT(%BW)에서는 굴곡근의 우측에서만 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 유의하게 증가한 것으로 나타났다($t=2.558$, $p=0.023$). 집단 내 시기 간의 차이는 BE 집단에서 운동 후 신전근의 좌측($t=-4.932$, $p=0.002$)과 굴곡근의 우측($t=-7.494$, $p=0.001$) 및 좌측($t=-4.293$, $p=0.004$)에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 마지막으로 슬관절 180°/sec의 AP(%BW)에서

Table 2. Changes in Knee isokinetic muscle function

			BE group(<i>n</i> =8)			CON group(<i>n</i> =8)		
			Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Knee 60°	Extension	Right [#]	239.25±37.88	273.63±34.88**	34.37	230.75±55.88	227.00±51.89	-3.75
		Left ^{##}	216.00±23.78	250.50±31.99**	34.50	219.38±67.47	221.00±75.19	1.63
PT (%BW)	Flexion	Right	138.00±26.59	139.25±25.36	1.25	133.75±23.81	137.88±35.59	4.13
		Left	133.25±23.03	137.63±19.62	4.38	134.63±16.00	136.63±35.49	2.00
Knee 60°	Extension	Right [#]	156.50±9.53	181.25±22.07**	24.75	155.63±38.76	144.50±26.65	-11.13
		Left ^{##}	144.00±10.01	164.25±19.29**	20.25	153.13±34.05	141.25±39.30	-11.88
AP (%BW)	Flexion	Right	107.75±19.16	113.63±14.84	5.88	103.25±25.67	107.38±26.68	4.13
		Left	111.75±22.68	109.75±14.88	-2.00	111.50±20.21	107.50±33.99	-4.00
Knee 180°	Extension	Right	137.63±33.59	153.13±23.01	15.50	138.38±13.52	141.88±17.17	3.50
		Left	125.88±32.62	138.13±28.20**	12.25	124.25±15.25	125.13±24.26	0.88
PT (%BW)	Flexion	Right [#]	92.88±24.50	120.38±17.72***	27.50	91.75±17.91	101.00±28.90	9.25
		Left	88.75±12.97	103.38±17.76**	14.63	89.75±11.88	94.13±24.07	4.38
Knee 180°	Extension	Right [#]	237.25±64.87	265.50±62.61**	28.25	232.88±44.59	230.75±39.45	-2.13
		Left	226.25±70.11	242.13±67.16**	15.88	215.38±50.74	206.50±44.01	-8.88
AP (%BW)	Flexion	Right	165.50±51.91	178.88±57.69*	13.38	174.13±32.96	180.00±43.75	5.88
		Left	169.63±61.00	177.63±63.83	8.00	182.38±24.57	188.50±43.09	6.13

Value are mean and SD

BE: Ball exercise group, CON: control group

PT: Peak torque, AP: Average power

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, and, *** $p<0.001$ from Pre and Post within group. # $p<0.05$ and ## $p<0.01$ between groups.

집단 간의 변화량 차이는 신전근 우측에서만 CON 집단과 비교하여 BE 집단에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다($t=2.163$, $p=0.048$), 집단 내 시기 간의 차이는 BE 집단에서 운동 후 신전근의 우측($t=-4.055$, $p=0.005$)과 좌측($t=-4.972$, $p=0.002$) 및 굴곡근의 우측($t=-2.467$, $p=0.043$)에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이는 누리다 볼 운동을 통해 슬관절의 근 기능이 일부 개선된 것으로 해석되며 본 운동과 유사한 걷기 운동을 통해 대퇴사두근의 근 기능 증가를 보고한 선행연구와 일치하는 결과를 나타냈다[16, 17]. 이러한 결과는 아마도 공을 차는 동작 중 무릎을 직각으로 움직여 고관절의 굴곡을 증가시켜 결과적으로 대퇴사두근의 자극을 유도했기 때문이라고 생각된다.

누리다 볼 운동에 따른 척추 주변 근육에 미치는 효과를 규명하기 위하여 체간 근의 등속성 운

동능력을 측정된 결과는 <Table 3>과 같다. 집단 간 변화량(사후-사전)의 차이에서는 체간 신전근의 PT(%BW, 180°/sec)에서만 CON 집단과 비교하여 BE 집단에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다($t=2.500$, $p=0.025$). 한편 집단 내 시기 간의 차이에서는 30°/sec의 신전근 AP($t=-2.676$, $p=0.032$)와 180°/sec의 신전근 PT($t=-6.117$, $p=0.000$) 및 AP($t=-4.673$, $p=0.002$)에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 누리다 볼 기구를 이용한 볼 차기 동작을 통한 기립 자세 유지가 척추 주변 근육을 자극하여 나타난 것으로 사료되며 본 운동과 유사한 걷기 운동을 통해 척추 주변 근육의 향상을 보고한 선행연구와 유사한 결과를 나타냈다[18, 19]. 본 연구의 볼 운동기구 동작은 걷기와 비교하여 더 큰 움직임 유도를 하기 때문에 슬관절 및 체간 근 기능 개선에 더 효율적 수 있다고 사료되지만 이를 증

Table 3. Changes in trunk isokinetic muscle function)

		BE group(<i>n</i> =8)			CON group(<i>n</i> =8)		
		Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Trunk 30° PT (%BW)	Extension	318.38±69.70	359.88±95.56	41.50	300.88±69.37	305.88±83.18	5.00
	Flexion	251.63±31.33	252.50±19.86	0.88	252.38±50.69	238.00±30.08	-14.38
Trunk 30° AP (%BW)	Extension	126.25±34.38	151.25±22.47*	25.00	119.13±26.79	123.13±22.53	4.00
	Flexion	106.75±11.79	113.75±15.35	7.00	100.25±17.43	103.63±19.55	3.38
Trunk 180° PT (%BW)	Extension [#]	343.13±123.95	433.25±107.43***	90.13	347.75±106.54	380.75±111.95	33.00
	Flexion	196.50±47.96	180.75±50.75	-15.75	272.50±124.76	265.13±70.40	-7.37
Trunk 180° AP (%BW)	Extension	392.88±74.45	467.63±67.70**	74.75	371.13±138.97	388.13±130.72	17.00
	Flexion	350.75±118.68	334.25±90.23	-16.50	360.88±150.71	347.50±120.24	-13.38

Value are mean and SD

BE: Ball exercise group, CON: control group

PT: Peak torque, AP: Average power

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, and, *** $p<0.001$ from Pre and Post within group. # $p<0.05$ between groups.

명하기 위한 근육의 활성화도 혹은 견기와의 비교 연구를 수행하지 못하였기 때문에 추후 연구를 통해서 보다 구체적인 근육 활성도를 확인할 필요가 있다. 따라서 본 연구 결과를 종합해 보면 8주간 누리다 볼 운동 수행은 슬관절과 체간의 등속성 근 기능을 개선시킬 수 있는 효과적인 운동기구라고 생각된다.

3.2. 척추 정렬의 변화

척추 주변 근 기능의 감소는 척추 부정렬과 관련이 있기 때문에[20, 21] 누리다 볼 운동에 의한 등속성 그넥의 변화와 척추 정렬의 효과를 규명하기 위한 척추정렬 검사의 결과는 다음<Table 4>과 같다. 본 연구의 두 집단 간에 몸통 앞뒤 기울기의 변화량 차이(사후-사전)는 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 유의하게 감소한 것으로 나타났고($t=-2.553$, $p=0.023$), 나머지 모든 항목에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한, BE 집단의 몸통 앞뒤 및 좌우 기울기는 운동 전과 비교하여 운동 후 유의하게 감소한 것으로 나타났다(몸통 앞뒤 기울기: $t=3.742$, $p=0.007$; 몸통 좌우 기울기: $t=3.813$, $p=0.007$).

몸통 앞뒤 기울기는 인체를 옆면에서 바라보았을 때 몸통의 앞과 뒤의 기울기로 0°가 가장 이상적인 수치로 알려져 있다. 주목할 점은 일부

연구에서 노화에 따라 척추 주변 근육 감소는 상체의 전방 경사(굽은등)가 일어나는데[22, 23], 본 연구에서도 중년 남성들의 사전 몸통 앞뒤 기울기는 BE 및 CON 그룹이 각각 2.38°와 2.75°으로 일부 전방 경사가 진행된 것을 확인할 수 있었다. 특히, 이러한 전방 경사의 증가는 자세의 불균형뿐만 아니라 이를 보상하기 위해 주변 다른 근육들의 경직을 유발하여 요통을 일으킬 수 있다[22, 24]. 그런 면에서 본 연구에서 운동 후 전방 경사가 감소되었다는 의미는 일부 척추 주변 근육들의 경직을 완화시키고 요통과 관련된 통증을 감소시킬 수 있는 가능성을 시사한다. 또한 몸통 좌우 기울기는 뒤쪽에서 보았을 때 척추가 좌측 혹은 우측으로 얼마나 기울어졌는지 나타내는 기울기로 0°가 가장 이상적인 수치이다. 본 연구에서 집단 간 변화량의 차이는 나타나지 않았지만 BE 그룹에서 운동 후 몸통 좌우 기울기가 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이런 결과는 좌우로 치우친 척추의 형태가 일부 정상 범위로 개선되었다는 것을 의미하며 이는 골반의 구조적 변화와 관련이 있을 것으로 생각된다. 하지만 BE 그룹에서의 운동 후 골반 기울기(0.5mm)는 증가하고 골반 뒤틀림(-0.63°)은 감소하는 경향이 나타났지만 통계적

Table 4. Changes in spinal alignment

	BE group(<i>n</i> =8)			CON group(<i>n</i> =8)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Trunk inclination(°) [#]	2.38±1.30	1.38±0.9**	-1.00	2.75±1.75	4.00±2.51	1.25
Trunk imbalance(mm)	9.75±4.62	5.25±3.49**	-4.50	10.00±5.29	9.25±4.06	-0.75
Pelvic tilt(mm)	3.13±1.64	3.63±1.51	0.50	2.63±1.30	2.63±1.51	0.00
Pelvic Torsion(°)	2.50±0.93	1.88±1.13	-0.63	2.25±1.04	2.38±0.52	0.13
Surface rotation(rms)	2.63±0.92	2.25±0.71	-0.38	2.75±0.71	2.63±1.92	0.13
Lateral beviation(rms)	8.38±4.07	6.13±2.70	-2.25	7.75±5.23	7.25±3.92	-0.05
Kyphotic angle(°)	44.38±10.20	44.00±8.14	-0.38	42.75±7.67	43.88±6.45	1.13
Lordotic angle(°)	42.00±6.46	41.50±4.57	-0.50	33.63±5.13	34.88±5.77	1.63

Value are mean and SD

BE: Ball exercise group, CON: control group

***p*<0.01 from Pre and Post within group. #*p*<0.05 between groups.

Table 5. Changes in dynamic balance capacity

	BE group(<i>n</i> =8)			CON group(<i>n</i> =8)		
	Pre	Post	Δ	Pre	Post	Δ
Stage-6 OBI ^{##}	1.56±0.62	1.10±0.60**	-0.46	1.18±0.23	1.20±0.29	-0.03
Stage-6 API [#]	1.15±0.45	0.88±0.38**	-0.26	0.61±0.12	0.59±0.16	-0.25
Stage-6 MLI	0.90±0.41	0.68±0.32**	-0.23	0.70±0.30	0.66±0.32	-0.04
Stage-1 OBI [#]	4.65±2.09	3.81±2.01**	-0.84	3.53±1.29	3.76±1.10	0.24
Stage-1 API	3.66±1.58	3.00±1.55**	-0.66	3.04±1.28	3.00±1.24	-0.04
Stage-1 MLI	2.83±1.05	2.29±1.05**	-0.54	2.61±1.20	2.31±1.05	-0.30

Value are mean and SD

BE: Ball exercise group, CON: control group

OBI: Overall balance index, API: Anteroposterior balance index, MLI: Mediolateral balance index

***p*<0.01 from Pre and Post within group. #*p*<0.05 and ##*p*<0.01 between groups.

으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 따라서 척추의 정렬에 관여하는 근 골격계의 메커니즘은 매우 복잡하고 이를 증명하기에는 한계가 있기 때문에 관련 기전들을 확인하기 위해서는 추후 운동 역학적인 연구가 필요하다고 생각된다.

이상의 연구를 통하여 누리다 볼 운동은 중년 남성들에게 있어 증가된 하지와 체간의 근 기능 개선으로 척추의 정렬에 일부 개선시킬 수 있는 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 운동기구라고 사료된다.

3.3. 동적 균형 능력의 변화

균형 능력은 노화가 진행됨에 따라 감소하며 이는 근 위축과 척추의 부정렬과 매우 관련이 깊다[25, 26]. 따라서 누리다 볼 운동에 의한 등속성 근 기능과 척추 정렬의 척추 정렬에도 영향을 따라 균형 능력에도 영향을 미칠 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서 동적 균형을 두 단계로(Stage-6, Stage-1) 확인한 결과<Table 5>, 6 단계에서 OBI와 API의 집단 간 변화량 차이는 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 유의하게 감

소한 것으로 나타났다(OBI: $t=-3.475$, $p=0.004$; API: $t=-2.582$, $p=0.022$). 또한, 집단 내 시기 간의 변화에서는 BE 집단에서 운동 후 OBI, API 및 MLI가 유의하게 감소한 것으로 나타났다(OBI: $t=4.473$, $p=0.003$; API: $t=4.406$, $p=0.003$; MLI: $t=3.813$, $p=0.007$). 다음으로 1 단계에서 OBI의 집단 간 변화량 차이는 CON 집단과 비교하여 BE 집단이 유의하게 감소한 것으로 나타났다($t=-2.831$, $p=0.013$), 집단 내 시기 간의 변화에서도 BE 집단에서 운동 후 OBI, API 및 MLI가 유의하게 감소한 것으로 나타났다(OBI: $t=4.455$, $p=0.003$; API: $t=3.676$, $p=0.008$; MLI: $t=4.243$, $p=0.004$).

이는 동적 균형 능력이 운동을 통해 개선되었다는 것을 의미한다. API는 전후 균형 지수로 앞서 언급한 체간의 신전근의 증가와 몸통 앞뒤 기울기 감소와 일부 연관이 있는 것으로 생각할 수 있다. 즉 누리다 볼 운동을 통해 척추 주변 근육이 강화되어 몸통의 전방 경사가 감소되고 이로 인해 전후 동적 균형 능력이 개선된 것으로 사료된다. 또한, 이러한 균형 능력의 증가는 노화에 따라 나타나는 낙상사고 뿐만 아니라 일상생활에 나타나는 다양한 부상과도 매우 관련이 높기 때문에[27] 운동을 통한 균형 능력 증가는 매우 의미 있는 결과라고 할 수 있다. 하지만 본 운동 기구에 대한 선행연구와 연구에 참여한 대상자의 수가 매우 부족하여 관련 기전을 확인하기 위한 과학적인 측면을 제시하기에는 한계가 있기 때문에 추후 다양한 연령층과 많은 대상자들을 모집하여 누리다 볼 운동의 효과를 검증할 필요가 있다.

4. 결론

본 연구는 누리다 볼 운동기구를 이용한 8주간의 신체활동이 중년 남성들의 등속성 근기능과 척추 정렬 및 동적 균형능력에 미치는 영향을 분석하여 누리다 볼 운동기구의 효과를 규명하는데 있으며 그 결과들은 다음과 같다.

8주간 누리다 볼 운동기구를 통한 신체활동은 슬관절과 체간의 등속성 근기능을 증가시켰다. 또한, 척추 정렬이 운동을 통해 몸통 앞뒤 및 좌우 기울기가 감소되어 결과적으로 척추 정렬에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 마지막으로 누리다 볼 운동을 통해 동적 균형 능력이 향상된 것으로 나타났다.

이러한 결과를 종합해 보면 8주간의 규칙적인 누리다 볼 운동은 중년 남성들의 하지 및 척추 주변 근육을 자극하고 척추의 정렬을 개선시킬 뿐만 아니라 동적 균형 감각 기능에 효과적이기 때문에 근 위축에 의한 척추 불균형과 그에 따른 균형감각 소실이 나타나는 중년 남성들의 건강 체력 향상에 도움을 줄 수 있는 운동 방법으로 사료된다.

References

1. L. Larsson, H. Degens, M. Li, L. Salviati, Y. I. Lee, W. Thompson, M. Sandri, "Sarcopenia: aging-related loss of muscle mass and function", *Physiological reviews*, Vol. 99, No. 1, pp. 427-511, (2019).
2. P. JafariNasabian, J. E. Inglis, W. Reilly, O. J. Kelly, J. Z. Ilich, "Aging human body: changes in bone, muscle and body fat with consequent changes in nutrient intake", *Journal of Endocrinology*, Vol. 234, No. 1, pp. 37-51, (2017).
3. M. Masaki, "Studies on sagittal spinal alignment in middle-aged and elderly women and on strength training of lumbar back muscles", (2016).
4. E. S. Choi, S. H. Cho, J. H. Kim, "Relationship between rectus abdominis muscle thickness and metabolic syndrome in middle-aged men", *PloS one*, Vol. 12, No. 9, (2017).
5. R. Nilwik, T. Snijders, M. Leenders, B. B. Groen, J. van Kranenburg, L. B. Verdijk, L. J. van Loon, "The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size", *Experimental gerontology*, Vol. 48, No. 5, pp. 492-498, (2013).
6. I. F. Kramer, T. Snijders, J. S. Smeets, M. Leenders, J. van Kranenburg, M. den Hoed, L. J. van Loon, "Extensive type II muscle fiber atrophy in elderly female hip fracture patients. Journals of Gerontology Series A" *Biomedical Sciences and Medical Sciences*, Vol. 72, No. 10, pp. 1369-1375,

- (2017).
7. B. K. Pedersen, "Physical activity and muscle-brain crosstalk", *Nature Reviews Endocrinology*, Vol. 15, No. 7, pp. 383, (2019).
 8. L. Long, I. R. Mordi, C. Bridges, V. A. Sagar, E. J. Davies, A. J. Coats, R. S. Taylor, "Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure", *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Vol. 1, No. 1, CD003331. (2019).
 9. J. G. Kin, "The Role of Exercise for the Health of Vertebral Column", *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 9, No. 1, pp. 191-199, (2015).
 10. J. G. Wasser, T. Vasilopoulos, L. A. Zdziarski, H. K. Vincent, "Exercise benefits for chronic low back pain in overweight and obese individuals", *PM&R*, Vol. 9, No. 2, pp. 181-192. (2017).
 11. T. C. Chen, C. C. Hsieh, K. W. Tseng, C. C. Ho, K. Nosaka, "Effects of Descending Stair Walking on Health and Fitness of Elderly Obese Women", *Medicine and science in sports and exercise*, Vol. 49, No. 8, pp. 1614-1622, (2017).
 12. Y. Iwata, Á. N. Dhuháin, J. Brophy, D. Roddy, C. Burke, B. Murphy, "Benefits of group walking in forests for people with significant mental ill-health", *Ecopsychology*, Vol. 8, No. 1, pp. 16-26, (2016).
 13. Y. Yamada, "Muscle mass, quality, and composition changes during atrophy and sarcopenia Muscle Atrophy", *Adv Exp Med Biol*, No. 1088, pp. 47-72, (2018).
 14. J. H. Koo, W. H. Cho, J. Y. Cho. "A study on verification of exercise intensity and efficiency in Nurida-ball exercise equipment", *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, Vol. 36, No. 2, pp. 371-382. (2019).
 15. C. Humac, "Norm™ Testing & Rehabilitation System User's Guide: Stoughton", (2006).
 16. A. H. Alghadir, S. Anwer, B. Sarkar, A. K. Paul, D. Anwar, "Effect of 6-week retro or forward walking program on pain, functional disability, quadriceps muscle strength, and performance in individuals with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial (retro-walking trial)", *BMC musculoskeletal disorders*, Vol. 20, No. 1, pp. 159, (2019).
 17. M. Vakula, "Quadriceps Function and Walking Biomechanics in Obese Young Adults", *California State University, Fullerton*, (2017).
 18. S. Choi, M. Kim, E. Kim, G. Shin, "Low back muscle activity when using a smartphone while walking", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 63, No. 1, pp. 1099-1102, (2019).
 19. L. Zoffoli, F. Lucertini, A. Federici, M. Ditroilo, "Trunk muscles activation during pole walking vs. walking performed at different speeds and grades", *Gait & posture*, Vol. 46, pp. 57-62, (2016).
 20. R. Menezes-Reis, G. P. Bonugli, C. E. G. Salmon, D. Mazoroski, C. F. P. da Silva Herrero, M. H. Nogueira-Barbosa, "Relationship of spinal alignment with muscular volume and fat infiltration of lumbar trunk muscles", *PloS one*, Vol. 13, No. 7, (2018).
 21. W. Xia, H. Z. Fu, C. Liu, K. Wang, S. Xu, H. Liu, "Association between back muscle degeneration and spinal-pelvic parameters in patients with degenerative spinal kyphosis.", *BMC musculoskeletal disorders*, Vol. 20, No. 1, pp. 454, (2019).
 22. L. Balzini, L. Vannucchi, F. Benvenuti, M. Benucci, M. Monni, A. Cappozz, S.J. Stanhope, "Clinical characteristics of flexed posture in elderly women", *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 51, No. 10, pp. 1419-1426, (2003).
 23. D. M. Kado, M. H. Huang, A. S. Karlamangla, E. Barrett-Connor, G. A. Greendale, "Hyperkyphotic posture predicts

- mortality in older community-dwelling men and women: a prospective study”, *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 52, No. 10, pp. 1662-1667, (2004).
24. P. B. O’Sullivan, T. Mitchell, P. Bulich, R. Waller, J. Holte, “The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain”, *Manual therapy*, Vol. 11, No. 4, pp. 264-271, (2006).
25. D. Fattal, M. Hansen, B. Fritsch, “Aging-Related Balance Impairment and Hearing Loss”, *The Wiley handbook on the aging mind and brain*, pp. 315-336. (2018).
26. T. G. Jeong, J. S. Park, J. D. Choi, J. Y. Lee, J. S. Kim, “The effects of sensorimotor training on balance and muscle activation during gait in older adults”, *The Journal of Korean Physical Therapy*, Vol. 23, No. 4, pp. 29-36, (2011).
27. D. L. Sturnieks, R. St George, S. R. Lord, “Balance disorders in the elderly”, *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, Vol. 38, No. 6, pp. 467-478. (2008).