

## 수중 Ai-Chi 운동프로그램이 신체 활동량에 따른 대상자의 엉덩관절 가동성과 자세 및 균형에 미치는 영향

남기원 · 김세훈<sup>†</sup>  
동신대학교 물리치료학과

Effect of the Underwater Ai-Chi Exercise Program on Hip Joint Mobility, Body Balance and Posture Change Based on Amount of the Physical Activity of College Students

Ki-Won Nam, PT, PhD · Se-Hun Kim, PT, PhD<sup>†</sup>  
Department of Physical Therapy, Dongshin University

Received: October 6 2023 / Revised: October 13 2023 / Accepted: October 30 2023  
© 2023 J Korean Soc Phys Med

### | Abstract |

**PURPOSE:** To investigate the effects of the underwater Ai-Chi exercise on the joint range of motion, balance and posture.

**METHODS:** Thirty-six college students (30 men, 6 women) were divided into a ‘low physical activity’ groups (Group I), and an ‘appropriate physical activity’ groups (Group II). The Ai-Chi underwater exercise was conducted three times a week for two weeks for both groups. A goniometer was used to measure the range of motion of the hip joint, and Y-Balance and the posture screen mobile were used to measure the stability of the lower extremities.

**RESULTS:** An evaluation of the range of motion of the hip joint before and after the Ai-Chi exercise showed significant results in the low physical activity group. However, the flexural range showed a significant increase after exercise, but not significant result. In the comparison of the mean increase between groups, only the right hip joint showed a significant difference in both groups. Also, in the comparison of the Y balance test and posture screen test before and after exercise, both groups showed significant.

**CONCLUSION:** The Ai-Chi underwater exercise helped improve the range of motion of the hip joint and the ability to balance. Also It helped improve posture alignment. In addition, although the increase in all physical activity groups lower than the appropriate physical activity groups was greater in all figures, the increase in the number of samples, the extension of the experimental period, and various variables could be obtained.

**Key Words:** Ai-Chi, Low physical activity, Posture alignment, Underwater exercise, Y balance test

<sup>†</sup>Corresponding Author : Se-Hun Kim  
ptsehun@gamil.com, <http://orcid.org/0009-0006-8407-418X>  
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서론

코로나 바이러스는 2019년 발병 후 생명의 위협과 경제적 손실을 가져왔으며 사회적 거리두기, 일상 생활의 마스크 사용, 개인 위생 등 여러 변화를 가져왔다[1]. 코로나 바이러스 기간과 이전 기간을 비교하였을 때 신체 활동은 감소하고 좌식활동은 증가하는 추세를 보였으며 신체의 비활동성은 새로운 사회 문제로 부각되고 있다[2]. 또한 대학생의 40~50%는 대학 생활 중 신체 활동이 줄어들며 좌식 생활의 비율이 높아진다고 보고 되었으며, 생활수준과 환경의 변화로 인해 장시간 좌식 생활하는 사람들이 많아지고 스마트폰의 사용이 증가하면서 신체 활동이 감소하고 운동부족, 칼로리 과잉 섭취 등으로 인해 하지 약화 및 균형 능력 저하 등의 신체적 문제를 발생시킨다[3]. 이러한 생활 환경의 변화와 COVID-19등 여러 원인에 의한 신체활동의 저하는 비만, 심장병, 당뇨병, 고혈압 등의 각종 질환의 노출 위험도가 높아지고 있어 신체활동 능력을 정확히 평가하고 이에 맞는 운동을 실시 할 필요가 있다[4].

균형능력은 공간 내에서 몸의 위치와 움직임을 평가하기 위하여 감각정보를 받아드리고 통합하는 역할과 환경과 목적 있는 움직임의 상황 속에서 몸 위치를 조절하기 위하여 적절한 근육 뼈대계 반응이 수행하는 것을 포함하는 복합운동조절 과제이다. 균형을 유지하는 능력은 기능적 독립성을 이루는 보행과 밀접한 관련이 있고 일상생활활동을 기능적으로 수행하기 위해 중요한 요소이며 이러한 균형을 유지할 방해하는 요인은 고유수용성감각의 결함과 ROM의 제한이 있다[5]. 균형의 불안정성은 신체 정렬에 영향을 주고 기능장애와 통증을 유발할 수 있으며 무용성 위축(disuse atrophy), 신장성 약화(stretch weakness), 피로 등 삶의 질적 방해 요소를 초래한다고 보고되었다[6].

수중치료는 물의 특성을 이용하여 지상에서는 하기 어려운 움직임들을 물 속에서 다양하게 실행 할 수 있는 치료적 중재 방법이다[7]. 수중운동에는 많은 기법과 운동프로그램들이 사용되고 있지만 그 중 'Aquatic Tai Chi'라고 불리는 아이치(Ai-Ch)는 물속에서 부드러운 움직임, 연속적인 움직임, 느린 움직임을 통해 이루어

지는 수중운동의 개념으로 심신 에너지의 활성화를 목적으로 하는 중재기법으로 중국의 고대 무술에서 도입된 타이치(Tai Chi)를 따뜻한 물속에서 신체적인 접촉 없이 스스로 실행한다[8].

여러가지 외부 요인에 의한 신체 활동성 저하는 신체의 다른 문제를 야기하기 때문에 신체의 활동성 증가를 위한 운동법에 관한 연구가 많이 이루어졌지만 이는 대부분 대사질환에 관한 연구로 균형능력이나 신체 정렬 및 근골격계적 문제에 관한 연구는 미흡하다. 이에 본 연구는 아이치 운동 프로그램을 이용한 수중운동이 신체 활동의 부족으로 인한 엉덩관절의 가동성 감소와 균형능력에 미치는 효과를 알아보고 이에 따른 신체 정렬에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 실험에 참여하는 대상자는 전남 D 대학에 재학 중인 성인 남녀 36명(남 30명, 여 6명) 대상으로 진행하였으며, 신체 활동이나 결과에 지장을 주는 장애 혹은 질환을 가진 자는 제외하였다. 실험 대상자들은 실험에 참여하기 전 충분한 실험에 관한 정보를 설명 받은 후 동의 여부를 구한 뒤 실험에 참여하였다. 각 군은 국제 신체활동 척도 설문 검사(IPAQ)를 실시하여 낮은 신체활동군(Group I) 18명과 적정 신체활동군(Group II) 18명으로 구별하였다. 국제신체활동 척도 설문 검사는 최근 일주일간의 활동량을 기준으로 설문되며, 설문 문항은 직업 및 일과 관련한 활동량과 소요시간, 운동 및 여가활동의 양과 소요시간, 걷거나 앉아 있는 시간 및 누워 있는 시간 등으로 구성되었다. 신체활동 수준에 대한 이해를 돕기 위해 고강도활동은 건설노동, 달리기, 등산 및 수영 등, 중강도 활동은 청소, 육아, 골프 및 댄스 등의 예시를 제공하였다. 설문을 바탕으로 낮은 신체활동, 적정 신체활동을 일주일간 총 150분 이상 소비 하는 경우는 '적정 신체활동군'으로, 그 미만인 경우는 '낮은 신체활동군'으로 구분하였다. 연구대상자들의 기본적인 특성은 아래와 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects. (n = 36)

General characters	Group I (Low physical activity group)	Group II (Moderate physical activity group)
Age(year)	22.4 ± 1.3	21.57 ± 2.5
Gender(male/female)	10 / 8	10 / 8
Height(cm)	171 ± 7.6	173.71 ± 3.4
Weight(kg)	68.6 ± 15.3	69.29 ± 14.4
Rt.Leg length(cm)	96.43 ± 6.85	98.14 ± 3.6
Lt.Leg length(cm)	96.57 ± 6.75	98.71 ± 4.7

2. 운동방법

본 실험의 기간은 2023년 5월 1일부터 6월 1일까지 D대학교 medispa center에서 낮은 신체활동군(Group I) 과 적정 신체활동군(Group II) 각각 수중에서 아이치 운동 프로그램을 주 3회씩 4주간 적용하였다(Fig. 1).

아이치 운동 프로그램은 전체 운동이 마무리 되고 다시 한번 반복하여 총 2회 실시하였으며 40분간 실시하였다. medispa center의 실내 온도는 27℃, 물의 온도는 36℃, 물의 높이는 다리를 벌려 구부린 자세에서 목 부위까지 잠길 위치까지 설정하였다[9].



Fig. 1. Ai-Chi movements.

### 3. 평가방법

운동의 효과를 알아보기 위해 Goniometer(Fabrication Enterprises, ©seedtech, Republic of Korea)를 이용한 엉덩관절 관절가동성 검사를 실시하였으며 굽힘 측정은 대상자를 바로 누운 자세를 취하도록 하고 무릎관절을 90° 굽힘 시킨 후 수동으로 움직여 측정하였고, 펴는 대상자

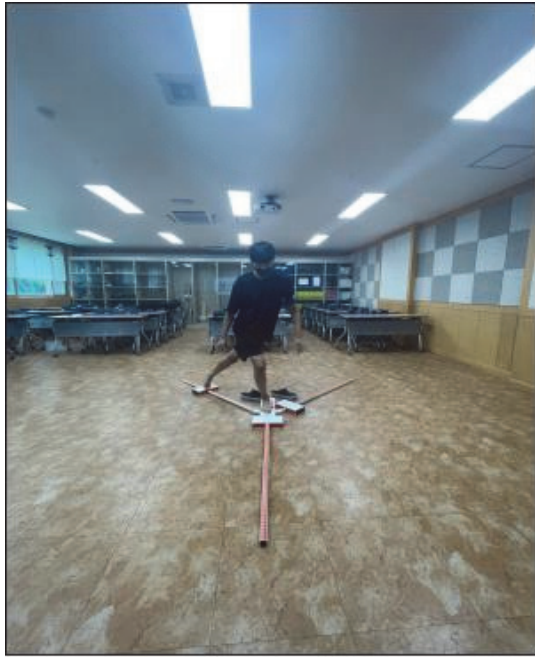


Fig. 2. Y-balance test.

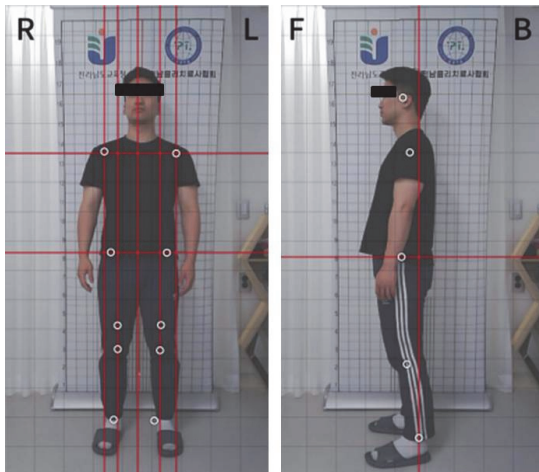


Fig. 3. Posture test.

를 엮드려 누운 자세를 취하도록 하고 수동으로 움직여 측정하였다. 각 측정은 관절각도계를 이용하여 2회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정 시 대상자가 엉덩관절을 가동함에 있어서 통증이 느껴지지 않는 범위 내에서 수동적으로 움직일 수 있는 최대의 범위를 측정하였다.

Y balance test는 동적 자세 제어 능력을 평가하기 위해 Y balance Kit(Functional Movement Systems, Inc., USA)를 사용하여 전방과 후 내,외측 총3개의 방향에 위치한 선의 중앙에 한발로 선 자세에서 다른 한발을 최대한 멀리 뻗어 그 도달한 거리를 측정하는 방법으로 총 3회 측정하여 그 평균을 값으로 설정하였다(Fig. 2)[10]. 평가 시 각 방향을 각각 평가하고, 이 세 평가항목 수치를 모두 더한 값을 피험자의 다리 길이(limb length)를 3배수 곱한 값으로 나누고, 100을 곱하여 복합점수(composite score)로 분석하였다. 복합점수(composite score) = (앞쪽 도달거리 + 뒤안쪽 도달거리 + 뒤가쪽 도달거리)×100/(3×다리 길이) 식을 이용해 YBT를 평가하였다[11].

Posture평가는 정해진 해부학적 위치에 대한 측정이 가능하도록 스티커를 부착 하였는데 양 측의 위앞엉덩뼈가시에 각 1개씩, 복장뼈에 1개 그리고 좌측 어깨 봉우리에 1개를 부착하였다. 정면과 측면의 사진을 각 1장씩 찍도록 하고, 측면 사진 촬영 시에는 좌측촬영을 하도록 하였으며 어깨의 높이 측정을 위한 표시단추는 왼쪽과 우측의 어깨 봉우리를 잇도록 하였으며 오른쪽을 기준으로 왼쪽이 낮을 때를 음의 수로 높을 때를 양의 수로 나타내었다. 골반의 높낮이 측정을 위해 양 측의 위앞엉덩뼈가시를 잇도록 하였으며 오른쪽을 기준으로 왼쪽이 낮을 때를 음의 수로, 높을 때를 양의 수로 나타내었다. 머리의 전위는 좌측 귀와 어깨의 중간 부분과의 거리를 측정하도록 하였다(Fig. 3)[12].

### 4. 데이터 처리

본 연구에서 수집된 모든 정보는 SPSS Ver. 23.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하였으며, 각 Group 내에서 실험 전후의 차이를 알아보기로 대응표본 T검정(Paired-test)을 실시하였고, Group I 과 Group II 간의 비교를 위해 독립 t-검정을 사용하였다. 모든 유의수준  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 관절가동범위

낮은 신체활동군(Group I)의 운동 적용에 따른 엉덩관절의 가동범위의 변화는 하지 양측의 굽힘과 폼에서 유의한 차이를 보였으며( $p < .05$ ), 적정 신체활동군(Group II)에서는 우측의 굽힘, 폼에서는 유의한 차이가 없었으나( $p > .05$ ), 좌측 굽힘, 폼에서는 유의한 차이

를 보였다( $p < .05$ ). 두 군간의 비교에서는 우측 엉덩관절의 굽힘과 폼에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ) (Table 2).

#### 2. Y - Balance Test

낮은 신체활동군은 운동 전, 후 비교에서 유의미한 결과를 나타내었다. ( $p < .05$ ) 또한 적정 신체활동군도 전, 후 비교에서 통계상으로는 유의미한 결과를 나타내

Table 2. Changes in the degree of range of motion (ROM) of the hip joint in each group

		Group I	Group II	p
Hip flexion	Left leg	Pre	54.22 ± 4.31	57.74 ± 9.64
		Post	64.95 ± 5.48 <sup>*</sup>	
		Post - Pre	10.73 ± 7.94	
	Right leg	Pre	53.18 ± 7.47	59.04 ± 13.62
		Post	68.11 ± 7.26 <sup>*</sup>	
		Post - Pre	14.93 ± 11.12	
Hip extension	Left leg	Pre	18.01 ± 3.12	22.09 ± 4.35
		Post	29.19 ± 4.68 <sup>**</sup>	
		Post - Pre	11.17 ± 7.33	
	Right leg	Pre	18.59 ± 3.46	21.89 ± 6.3
		Post	31.91 ± 4.58 <sup>***</sup>	
		Post - Pre	13.33 ± 4.25	

Values are presented as mean (SD)

Tested by paired t-test (<sup>\*</sup>:  $p < .05$ , <sup>\*\*</sup>:  $p < .01$ , <sup>\*\*\*</sup>:  $p < .001$ ).

Tested by independent t-test (<sup>†</sup>:  $p < .05$ , <sup>††</sup>:  $p < .01$ , <sup>†††</sup>:  $p < .001$ ).

Table 3. Changes in the Y balance test score in each groups before and after exercise

		Group I	Group II	p
Left	Pre	73.24 ± 9.33	77.01 ± 11.86	
	Post	94.51 ± 6.46 <sup>**</sup>		
	Post - Pre	21.27 ± 12.73		8.21 ± 7.196
Right	Pre	72.09 ± 6.47	76.07 ± 12.57	
	Post	94.60 ± 8.98 <sup>***</sup>		
	Post - Pre	26.8 ± 6.19		8.81 ± 5.38

Values are presented as mean (SD)

Tested by paired t-test (<sup>\*</sup>:  $p < .05$ , <sup>\*\*</sup>:  $p < .01$ , <sup>\*\*\*</sup>:  $p < .001$ ).

Tested by independent t-test (<sup>†</sup>:  $p < .05$ , <sup>††</sup>:  $p < .01$ , <sup>†††</sup>:  $p < .001$ ).

Table 4. Changes in the posture test before and after exercise in each group

		Group I	Group II	p
Head displacement	Pre	36.02 ± 16.25	31.98 ± 8.05	
	Post	15.96 ± 9.79***	14.60 ± 9.53***	
	Post - Pre	-20.06 ± 6.46	-17.38 ± 1.48	.076
Shoulder height	Pre	.51 ± 1.77	.96 ± 2.26	
	Post	.20 ± 0.09	.78 ± 0.81	
	Post - Pre	-.31 ± 1.68	-.18 ± 1.45	.265
Pelvis height	Pre	.64 ± 2.12	.23 ± 2.84	
	Post	.28 ± 1.05	.04 ± 1.21	
	Post - Pre	-.36 ± 1.07	-.19 ± 1.63	.185

Values are presented as mean (SD)

Tested by paired t-test (†:  $p < .05$ , \*\*:  $p < .01$ , \*\*\*:  $p < .001$ ).

Tested by independent t-test (†:  $p < .05$ , ††:  $p < .01$ , †††:  $p < .001$ ).

었다( $p < .05$ ) 각 군 간의 평균 증가량의 비교에서는 통계적으로 유의한 증가폭을 나타내었다( $p < .05$ ) (Table 3).

### 3. Posture 평가

낮은 신체활동군의 머리 전위의 변화에서는 전, 후 비교에서 유의미한 결과를 나타내었다( $p < .05$ ). 또한 적정 신체활동군도 전, 후 비교에서 통계상으로는 유의미한 결과를 나타내었다( $p < .05$ ). 하지만 어깨 높이 변화와 골반 높이의 변화에서는 운동 전, 후 유의한 변화가 없었다( $p > .05$ )(Table 4).

## IV. 고찰

코로나 바이러스(COVID-19) 유행으로 인한 고강도 사회적 거리두기는 신체활동을 직·간접적으로 제한하였으며 그 결과 국내의 만19세 이상 성인 인구 46.2%가 코로나19 이전과 비교하여 신체활동이 감소하였다고 보고하였다[13]. 또한 대학생 시기의 신체 활동 습관이 일생에 영향을 미치며 대학생의 신체적 활동 감소는 비만이나 영양부족 등 대사 질환을 일으키는 원인이 된다[14]. 본 연구는 수중에서 아이치 운동 프로그램이

낮은 신체활동성을 가진 대학생의 엉덩관절의 가동성과 균형의 변화를 알아보고자 관절가동성 검사와 Y balance test를 실시한 결과 낮은 신체활동군과 적정 신체활동군 모두가 실험 전, 후 유의한 차이를 보였다. 신체 활동의 감소는 동적 균형의 중요한 요소인 엉덩관절의 가동범위의 감소를 가져오며 이는 특정 근육의 근력 약화와 보행의 변화를 일으킨다[15]. 수중운동을 이용한 근활성도 연구에서는 근활성도가 수중운동 전 보다 운동 후에 증가하였다는 연구결과를 발표하였으며[16], 관절염환자에게 수중운동을 적용 후 신체조성, 건강체력, 정적·동적 평형능력, 동적 평형능력 등이 전반적으로 증가하여 긍정적인 효과가 있다고 보고하였다[17]. 이성은[18]의 연구결과에 의하면 관절가동범위 프로그램이 관절가동범위 증가와 균형능력도 향상된 것으로 보고하였다. 이는 지상에서 실시한 발목관절가동범위와 균형에 관한 실험으로, 수중에서 실시한 본 실험과는 운동방법에서 차이는 있지만 관절가동범위와 균형 능력의 유의한 증가에서 유사한 결과를 나타내었다.

자세 변화에서는 머리 전위 변화에서 낮은 신체활동군과 적정 신체활동군 모두가 실험 전, 후 유의한 차이를 보였다. 수중운동은 신체의 자세정렬을 조절하고 균형능력과 운동조절 능력 향상, 근이완 등의 효과가

있다[19]. 본 연구에서도 낮은 신체활동군에서도 충분히 수행할 수 있는 프로그램을 통해 수중운동의 효과가 나타나 적정 신체활동군과 마찬가지로 머리의 전위 변화에도 영향을 미친 것으로 보인다. 골반과 어깨의 위치변화에서는 의미 있는 수치의 변화는 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 선행연구에 의하면 수중운동은 물의 저항을 받으며 운동의 수행하도록 하여 전신 근골격계의 기능 향상에 도움을 준다고 하였으며 부력을 이용하여 신체의 부하를 줄여 신체 활동성이 낮은 이들에게도 큰 운동의 효과를 볼 수 있다고 하였다[20]. 또 Padua 등[21]은 노인들에게 수중운동을 적용하였을 때 유연성과 근력증가 및 운동능력(motor skill)과 균형 능력 향상에 효과적이라고 보고한 연구에서처럼 본 연구에서도 수중에서의 운동은 신체 활동성이 낮아 신체 기능이 저하된 대상자에게도 운동 증재를 적용할 수 있으며 물의 저항과 부력을 통한 운동의 효과로 자세의 변화에도 영향을 준 것으로 보인다.

본 연구의 4주간의 짧은 시간과 대상자가 다소 부족했던 점, 실험에 참가한 인원의 대부분이 남성이었다는 점이 결과를 일반화 하기엔 무리가 있다고 판단된다. 실험기간의 확대와 남녀의 구분이 가지 않을 정도의 많은 대상자의 참여가 있다면 더 유의한 결과가 나올 것이라고 생각된다. 수중에서 아이치 운동이 노인 및 신체의 장애를 동반한 대상자에게 적용한 연구는 활발하나 신체적 제한은 없지만 활동성의 저하로 차후 질환에 노출되어 있는 낮은 신체활동성을 가진 대상자의 기능 회복을 위한 수중운동의 효과를 근거로 향후 다양한 연구가 이루어 졌으면 한다.

## V. 결론

본 연구는 20대 성인 남녀 36명을 국제신체활동 척도 설문 검사(IPAQ)를 통해 낮은 신체활동군( $n = 18$ )과 적정 신체활동군( $n = 18$ )으로 나누고 수중에서의 아이치 운동프로그램을 적용했을 때 엉덩관절의 가동성과 균형능력, 자세 정렬에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하였다. 본 연구의 결과, 낮은 신체 활동군과 적정 신체

활동군 모두 수중에서의 아이치 운동이 실험 전에 비해 실험 후에 엉덩관절의 가동성을 향상시키고 균형능력 또한 향상 시키는 것을 관찰하였다. 자세 변화에서는 실험 전, 후 머리의 전위변화 비교에서는 낮은 신체활동군, 적정 신체활동군 모두 유의한 변화를 가져왔으나 어깨와 골반의 높이 변화에서는 두 군 모두 유의한 변화는 나타내지 않았다. 아이치 운동은 활동성의 저하로 하지의 가동성 및 균형 능력의 저하인 대상자에게 안전하게 사용할 수 있는 운동 증재로 판단된다.

## References

- [1] Tison, Geoffrey H Avram, Robert Kuhar, et al. Worldwide effect of COVID-19 on physical activity: a descriptive study, *Ann Intern Med.* 2020;173(9):1-3.
- [2] Hall, Grenita Laddu, Deepika R, et al. A tale of two pandemics: how will COVID-19 and global trends in physical inactivity and sedentary behavior affect one another?. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021;64:108-10.
- [3] Wacks Y, Weinstein AM. Excessive smartphone use is associated with health problems in adolescents and young adults. *Front Psychiatry.* 2021;12, DOI: 10.3389/fpsy.2021.669042.
- [4] Kim HT, Mun JB, Ryu SH, et al. Validation of Korean version of international physical activity questionnaire: construct-related validity. *The Korea Journal of physical education.* 2017;56(2);605-16.
- [5] Prentice WE. *Rehabilitation techniques for sports and athletic training*(5th ed.). New York: McGraw-Hill. 2011.
- [6] Guirelli AR, Carvalho CA, Dos Santos JM, et al. Relationship between the strength of the hip and knee stabilizer muscles and the Y balance test performance in adolescent volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2021;61(10):1326-32.
- [7] Kim TY, Kim KY, Lambeck J, et al. Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *J Kor Phys Ther.* 2000;12(3):407-14.
- [8] Lee SK. Effects of Ai chi exercise on flexibility and blood

- pressure and stress of the women's elderly. The Journal of Korea Aging Friendly Industry Association. 2018; 10(2):141-9.
- [9] Kim H. Effect of Ai-Chi exercise on stress index and functional movement in obese adult. Master's Degree. Dongshin University. 2018.
- [10] Kim CY, Kang TK, Kim BH, et al. The effect of diminished plantar cutaneous sensation in Y-balance test between chronic ankle instability (CAI) patients versus healthy individuals. Korean Journal of Sport Biomechanics. 2019; 29(1):33-41.
- [11] Kang YH, Kim CS. Functional movement evaluation, body balance, vital capacity effects after a 10-week body stabilization program for elementary school. JKAIS. 2021;22(7):40-50.
- [12] Kim HE. A validity study of postural analysis software assessment. Master's Degree. HanSeo University. 2014.
- [13] Yun PH, Woo DR, Park SS. Factors related to reduced physical activity during the COVID-19 pandemic. Korean Public Health Research. 2022;48(2):99-110.
- [14] Al-Kandari F, Vidal VL, Thomas D. Health-promoting lifestyle and body mass index among college of nursing students in Kuwait: a correlational study. Nurs Health Sci. 2008;10(1):43-50.
- [15] Jeon MY. Effect of the fall prevention program(FPP) on gait, balance and muscle strength in elderly women at nursing home. Doctor's Degree. Seoul University. 2001.
- [16] Kim JK, Yang SM. Influence of aquatic exercise upon degenerative knee osteoarthritis patients' muscular activities and pain change. The Korean Society of Sports Science. 2009;18(4):1207-17.
- [17] Im SY. The effect of regular aquatic exercise on improvement of physical fitness level, static and dynamic balance capacity, and muscular activity in elderly arthritis patients. Doctor's Degree. Daegu University. 2012.
- [18] Lee SE. Effects of increasing ankle range of motion program on ambulation and balance for the elderly with balance disorder. Phys Ther Korea. 2005;12(2):28-36.
- [19] Noh DK, Lim JY, Shin HI, et al. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors-a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil. 2008;22(10):966-76.
- [20] Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81(4):409-17.
- [21] Padua E, Campoli F, Manzi V, et al. Water versus land-based exercises as physical training programs in elderly. J Sports Med Phys Fitness. 2018;58(6):802-9.