Archives of
Rehabilitation

Autumn 2024. Vol 25. Num 3

Review Paper

The Effect of Exercise Therapy on Muscular Strength, Bone Mineral Density and Quality of Life in Postmenopausal Women With Osteoporosis: A Systematic Review

Narges Jahantigh Akbari[1], *Hoda Niknam[2], Sedigheh Sadat Naimi[2], Nahid Tahan[2], Bijan Danesh Shahreki[3], Ali Jahantigh Akbari[4], Yousef Nooshiravani[5], Negar Asad-Sajjadi[6]

1. Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Physiotherapy Research Center, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Informatics Unit, Deputy of Education, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran.
4. Department of Psychology, Faculty of Humanities, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran.
5. Department of Biostatistics, School of Medical Sciences, Zabol University of Medical Sciences, Zabol, Iran.
6. Department of Biostatistics, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Jahantigh Akbari N, Niknam H, Naimi SS, Tahan N, Danesh Shahreki B, Jahantigh Akbari A, et al. The Effect of Exercise Therapy on Muscular Strength, Bone Mineral Density and Quality of Life in Postmenopausal Women With Osteoporosis: A Systematic Review. Archives of Rehabilitation. 2024; 25(3):372-395. https://doi.org/10.32598/RJ.25.3.3768.1

https://doi.org/10.32598/RJ.25.3.3768.1

ABSTRACT

Objective Osteoporosis is a widespread skeletal condition due to decreased muscle strength and bone density. The most common complications are fractures followed by pain and reduced quality of life (QoL). Therefore, this research aimed to examine the effect of exercise therapy on muscle strength, QoL, and bone mass in osteoporotic women.

Materials & Methods Available literature was reviewed using ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, and Cochrane. Studies were considered eligible if they were randomized controlled trials (RCT) conducted on postmenopausal osteoporotic women, used exercise therapy as an intervention, and investigated muscle strength, QoL, and bone mass as outcomes. Two authors independently assessed the quality of the articles using the physiotherapy evidence database (PEDro) scale. The Cohen's d effect size was computed by dividing the mean standardized difference by the standard deviation to measure the treatment effect, which includes exercise therapy.

Results Seven papers were chosen to be included in this research. Their PEDro scores varied between 6 and 9 out of a possible 10. The effect size mean differences, resulting from exercise therapy, ranged from 0.32 to 0.63, indicating "small" to "moderate" effects in enhancing the condition of osteoporotic postmenopausal women. It was reported that there was a small effect size in 5 studies and a medium effect size in 2 studies. The research findings suggested the effect of balance, strengthening, stretching, stability, and motor control exercises on bone mass and muscle strength in osteoporotic postmenopausal women.

Conclusion Findings indicate that exercise therapy interventions positively affect muscular strength, QoL, and bone mass in osteoporotic postmenopausal women. Additional well-conducted research is required to support this assumption further.

Keywords Exercise therapy, Muscle strength, Bone mass, Osteoporosis

Received: 07 Jul 2023
Accepted: 13 Apr 2024
Available Online: 01 Oct 2024

Corresponding Author:
Hoda Niknam, Assistant Professor.
Address: Physiotherapy Research Center, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 6126544
E-Mail: Hodaniknam@sbmu.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

English Version

Introduction

Osteoporosis is a prevalent metabolic disorder and a substantial global health concern [1, 2]. Based on the World Health Organization (WHO), osteoporosis ranks as the third most serious global health concern after cardiovascular diseases and cancer [3]. This disease is associated with decreased bone density, weakening of the bone structure, and consequently, a reduction in bone integrity, leading to a higher probability of bone breakage [4]. This disease is common among postmenopausal women [1]. Osteoporosis resulting from menopause is significant because the early explanation of osteoporosis underscores the significance of the ovaries insufficiency and hormonal issues after menopause [5]. Menopause and subsequent estrogen reduction are considered one of the primary decisive factors of osteoporosis in women [6]. Therefore, women who have been exposed to estrogen for a shorter period during their lifetime due to reasons such as late menarche and early menopause are at a higher risk of developing osteoporosis [6].

Additionally, after menopause, the rate of bone mass decreases several times, as the decrease in ovarian activity and estrogen levels results in heightened osteoclast activity [7]. The incidence of osteoporosis and related fractures in women has been documented to be 8 times greater than in men [3]. Moreover, 60% of bone growth occurs during the adolescent period. Osteoporosis starts in adulthood and begins during growth due to inadequate bone development resources. On the other hand, in adulthood, menopause leads to a reduction in estrogen levels and bone density [3]. Therefore, during menopause and as the person ages, no correlation is observed between the quantity of bone broken down and the bone created. Hence, a defect occurs at the end of each cycle [1]. It has been noted that several factors are involved in the process of bone formation and in preventing osteoporosis. These factors include adequate nutrition containing ample protein, calcium, and vitamin D, in addition to consistent physical activity which have a significant role in maintaining bone mass, increasing muscle strength, and quality of life (QoL) improvement [8].

Bone mineral density (BMD) measurement is a criterion for osteoporosis. A decrease in T-score and more than 2 standard deviations in BMD are considered osteoporosis [9]. In this case, the individual is at the fracture threshold [9]. Osteoporosis is accompanied by various consequences, such as pain, gradual loss of height and severe kyphosis [10]. Moreover, the long-term implications of osteoporosis include falling due to balance disorders, muscle strength deterioration and fractures in different body parts, which can significantly impact the QoL for these people [11]. Moreover, regular physical activity, exercise and adequate calcium intake substantially influence upholding and improving muscle strength and bone mass by applying a load on bones and body muscles. Therefore, they help prevent fractures due to osteoporosis and falls and improve QoL [12]. Fractures resulting from osteoporosis are considered a major public health concern worldwide, with falling playing a significant role in these fractures, especially in the hip and upper limb regions [13]. Approximately 80% to 90% of hip fractures in elderly individuals occur with fallings, so in one year out of every 30 older adults, one person aged 65 and above is at risk of falling [14]. Between 50% and 70% of people who experience hip fractures do not regain their former level of functioning, and a significant number of them need extended care. Additionally, around 25% of them also become disabled and pass away in the first year following the fracture [15].

Fractures due to osteoporosis in the spine and hip bone not only lead to significant disability but also impose high treatment costs on these individuals [16]. Therefore, efforts should be made to seek treatments to preserve or improve bone density and prevent falls in these individuals [16]. Bone density improves in osteoporosis patients through pharmaceutical and non-pharmaceutical therapies [10]. Pharmaceutical treatments include taking bisphosphonates, calcium, vitamin D and hormone replacement therapy (HRT), such as progesterone, calcitonin and estrogen [17]. Pharmaceutical treatments are effective for preventing and treating this condition, but long-term use of medication has many limitations because of adverse reactions. As a result, scientists are seeking non-drug therapies [16]. Non-pharmacological treatments include physical therapy and dietary regimens [1]. People with active lifestyles have greater bone mass than individuals with lower activity levels [18]. Furthermore, regular exercise can maintain and improve bone density [1]. Moreover, based on available evidence, engaging in specific exercises may lower the chances of experiencing falls in older adulthood [19]. Sport interventions have been minimally used in women with osteoporosis [20]. The best kind of workout, its timing, and regularity have not been established yet [21]. According to meta-analysis research, aerobic and resistance exercises are associated with improved bone density compared to the healthy group [22]. Therefore, in osteoporotic individuals, regular physical activity

can help lower the chances of experiencing fractures by keeping bone mass and improving stability and balance, thus minimizing the rate of falls [23].

Carter et al. performed a randomized controlled trial (RCT) to examine exercise therapy in osteoporotic postmenopausal women aged between 65 and 75 years. The findings of this study demonstrated that individuals in the exercise therapy group experienced improvements in muscle strength, which is a crucial subject in determining falling in older osteoporotic women [1]. In another study, Iwamoto et al. compared three types of endurance exercise intensities. This research demonstrated that a 12 m/min training plan for 1 hour per day improved the tibia bone's mass and the femur's strength. Interestingly, The bone mass of the fifth lumbar vertebra did not show a significant difference in any exercise group when compared to the healthy group [24]. Arnold et al. compared water-based exercises with land-based ones on QoL and function in elderly osteoporotic women. The performance and QoL did not significantly differ between women who participated in water-based exercises and those who engaged in land-based exercises, compared to the control group [13]. Hourigan et al. conducted a study involving 50 osteoporotic patients who received regular exercise sessions twice weekly for 2 weeks. This research demonstrated that balance training and core muscle strengthening exercises improved balance, reduced fallings, and increased muscle strength in osteoporotic women [25]. Moreover, it has been reported that weight-bearing activities like running, walking, dancing, and jumping result in the generation of muscular contractions and improvement in muscle performance [26].

Nowadays, with increasing hope for life and the growth of the elderly population, the prevalence of this disease is on the rise [27]. In addition, because a considerable portion of the female population lacks sufficient physical activity, they are more susceptible to osteoporosis [28]. Furthermore, the potential long-term effects of osteoporosis, like higher rates of bone fractures and physical changes like kyphosis and pain, have been shown to impact the QoL [29]. Therefore, with the increasing prevalence of this disease, disability, mortality, and healthcare costs will increase [30]. A notable correlation exists between bone mass and physical activity [28]. Considering these factors and the significance of physical activity treatment in these individuals, a review study in this field will help determine the effective exercise type for these patients. Therefore, this systematic review research aimed to examine the effectiveness of exercise therapy on muscle strength, bone mass and QoL in osteoporotic postmenopausal women.

Materials and Methods

This review study followed the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses (PRISMA) checklist. This guideline aims to assist authors in developing a meta-analysis or systematic review. The guideline provides a comprehensive method for reporting systematic review studies [31].

Eligibility criteria

The accepted studies met the following criteria for study inclusion:

1) The design had to be RCT; 2) Participants were women with osteoporosis; 3) Only exercise-based interventions were investigated. Therefore, if exercise-based interventions were used along with other treatments, they were excluded from the review process; 4) Studies had to include a control group that does not engage in physical activity or receive exercise treatment; 5) Variables must encompass muscle strength, bone mass, and QoL; 6) Studies must have examined menopausal women; 7) The study must have been conducted on human samples; 8) Studies should provide tools for measuring variables included in this research; 9) Studies conducted in the English language have been reviewed.

Studies were excluded that met the following criteria:

1) If participants were not suffering from osteoporosis; 2) If the intervention was other than exercise therapy; 3) Variables other than bone density, muscle strength, and QoL; 4) Studies that did not include postmenopausal women; 5) Studies that did not involve human samples; 6) Studies that had qualitative measurements.

Information sources

To find the desired articles on the impact of exercise therapy on bone mass, QoL and muscle strength in osteoporotic postmenopausal women, we examined the related articles for entering a systematic review study between 1996 and 2022. Databases like Cochrane, PubMed, Google Scholar and ScienceDirect were used for searching, and the search was conducted in December 2022.

Search strategy

Both MeSH terms and keywords were utilized in all electronic databases. This combination included "exercise therapy" OR " physical activity" OR "exercise" OR "physical therapy" AND "bone mass" OR "bone mineral density" AND "muscle strength" OR "strength training" OR "strengthening" AND "quality of life," AND "osteoporosis," AND "menopausal women."

Study selection

Upon obtaining the complete texts of the chosen articles for the ultimate assessment, two authors independently reviewed them for the inclusion and exclusion criteria. Articles that met the criteria for inclusion were selected to be included in the study.

Quality assessment

The methodological quality of each article was assessed using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale. Any discrepancies between the two authors were resolved through agreement. This scale comprises 11 criteria utilized to evaluate the quality of RCT studies in physiotherapy. PEDro has the reliability and necessary validity for evaluating RCT studies. There are 11 two-part items with "yes" and "no" responses. "Yes" indicates a score of 1, and "no" means 0. Higher scores indicate higher quality of the selected articles (Table 1) [32].

Data collection

Estimating each variable's effect size, such as bone density, muscle strength, and QoL, involves calculating the mean and standard deviation from eligible articles that the two authors performed. If the article information was unavailable, the corresponding author contacted the author of the specific article.

Measurement of the variables

Several different assessment tools for measuring muscle strength, bone density, and QoL were utilized in seven selected studies for the final evaluation. The dynamometer test, arm curl test, and 30-s chair test were used in three studies to evaluate muscle strength [1, 33, 34], dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) in two articles for assessing bone mass [35, 36], and the OP QOL and Qualeffo-41 questionnaires were also used in 2 articles to determine the QoL [13, 37].

Data items

The subsequent data was derived from the articles: 1) participant traits (comprising gender, age, and diagnosis of osteoporosis), 2) intervention type and the number

Table 1. The methodological quality of the included studies assessed using the PEDro scale

No.	Paper	Publish	PEDro Score											Total Score
		Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65 to 75-year-old women with osteoporosis: RCT	2002	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	9
2	Exercise therapy for osteoporosis: Results of a RCT	1996	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	9
3	Effects of yoga asanas on osteoporosis in postmenopausal women.	2016	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	N	Y	6
4	A randomized clinical trial of aquatic versus land exercise to improve balance, function and QoL in older women with osteoporosis	2008	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	8
5	Results of a 10-week community-based strength and balance training program to reduce fall risk factors: A RCT in 65–75 years older women with osteoporosis	2001	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	8
6	The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis	2017	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	9
7	Effect of exercises on QoL in patients with postmenopausal osteoporosis–randomized trial	2019	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	8

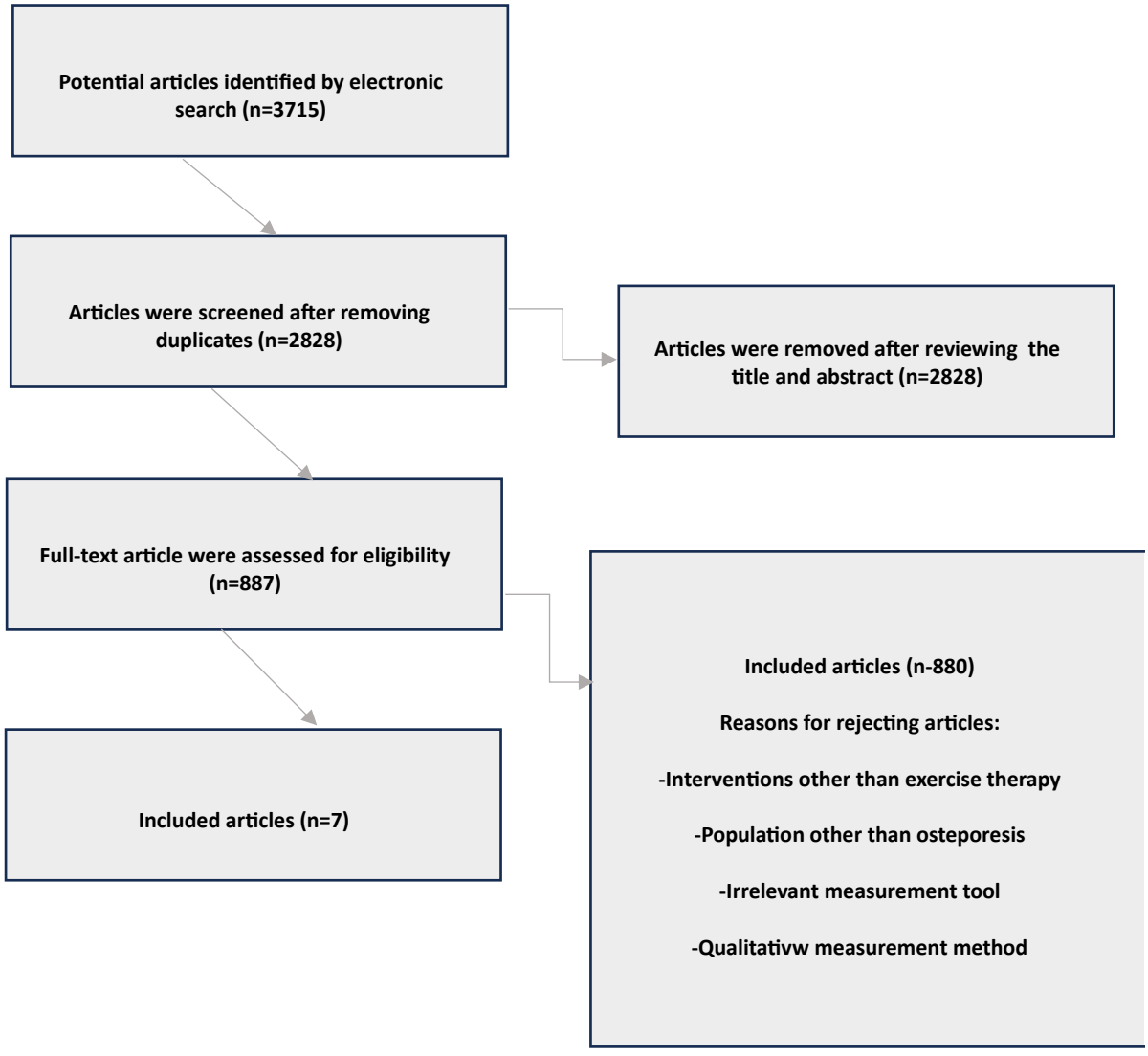


Figure 1. Systematic review article flowchart

of individuals in the control and intervention groups, 3) the type of measurement tool used for each variable and the duration during the period from the beginning of the treatment to the follow-up, and 4) the average and standard deviation for the start of treatment and follow-up for each variable were extracted (Table 2).

Measurement summary

In the current systematic review study, the measurement of Cohen's effect size has been used to examine the effect of treatment on targeted outcomes. The effect size measurement was conducted for the target variable, considering the average and standard deviation at the initiation of therapy and follow-up. Cohen's d is described as an effect size measure, considering 0.0-0.10 as negligible, 0.20 to 0.40 as small, 0.50 to 0.70 as moderate, and over 0.80 as large.

Results

In total, 3715 relevant articles were found in the initial search, of which 887 had complete texts. Two authors reviewed these articles. Out of these 887 articles, most were removed due to irrelevant Titles, Abstracts, duplicate content, and other factors (such as review articles, non-RCT articles, and those unrelated to the analysis). Moreover, articles with interventions other than exercise therapy or those whose study participants did not consist of postmenopausal women with osteoporosis were excluded. Furthermore, articles with healthy individuals in their control group were excluded from the list of qualifying articles. In the end, 8 articles were chosen

for the final assessment. Out of these, one article was eliminated from the study due to inadequate use of the therapeutic intervention. Thus, only 7 articles met the inclusion criteria (Figure 1).

The sample size varied between 30 to 92 participants in 7 studies, with total estimated participants of 506 across the studies. Studies meeting the criteria were rated between 6 and 9 on the PEDro scale. Seven qualifying studies utilized Various measurement instruments to evaluate QoL, muscle strength, and bone density. Muscle strength was examined through dynamometer test, 30-s chair stand test, and arm curl in three studies [1, 33, 34], DEXA was employed in two articles to measure bone density [35, 36], OP QOL and Qualeffo-41 questionnaires were utilized in 2 eligible articles to assess QoL [13, 37]. The intervention effect size was measured between 0.32 (small) to 0.63 (moderate). Five studies indicated a small effect size, while 2 studies showed a moderate effect size. The study results suggested that exercises focusing on balance, strength, resistance, stability and motor control impacted muscle strength and bone mass in osteoporotic postmenopausal women.

Discussion

Osteoporosis is a significant health concern. This condition leads to decreased bone density and a decline in overall well-being, imposing considerable financial burdens on patients who experience fractures [38]. The significance of this condition lies in the increased risk of fractures, including the femur, spinal column, and hip 39]. This issue has resulted in a rise in mortality rates and medical expenses [40]. Furthermore, menopause between the ages of 40 and 45, a brief fertility window, reduced bone density during skeletal maturation, and rapid bone mass loss post-menopause are associated with increasing the likelihood of osteoporosis in older women [5]. Hence, women in menopause with these risk factors should take into account osteoporosis seriously [5]. Moreover, reports indicate that the likelihood of bone fractures resulting from osteoporosis among postmenopausal women is 46% in Sweden and 40% in the United States [41]. These statistics underscore the significance of managing osteoporosis in women who have undergone menopause. Hence, this systematic review research aimed to investigate the impact of exercise therapy on bone density, muscle strength, and QoL in women who have undergone menopause and have osteoporosis.

In this review, 7 studies were chosen for final assessment. The studies were assessed for their methodological quality using the PEDro scale. The evaluation resulted in quality scores between 6 and 9 for these studies, demonstrating their high methodological quality. Cohen's d was also used to assess the effect size of exercise therapy interventions. According to these findings, exercise therapy interventions in patients with osteoporosis significantly improved satisfaction. Five studies revealed a minor effect size, 2 studies had a minor effect size on muscle strength, one study showed a minor effect size on bone density and 2 studies reported a minor effect size on the QoL [13, 33, 34, 35, 37]. However, other studies documented a moderate effect size on muscle strength and bone density [1, 36]. The findings of this study revealed the impact of balance, strength, flexibility, stability, and motor control exercises on muscle strength and bone mass in osteoporotic postmenopausal women. Variations in the effect size among studies are influenced by different characteristics such as treatment duration, follow-up period, frequency, intensity, and treatment approach. Some studies have a follow-up period of 4 years, while others are as short as 6 months. However, some studies have a short follow-up period.

The utilized exercise interventions encompass strength, balance, flexibility, postural stability, movement control, muscle strength, yoga, aquatic and land exercises [1, 13, 33, 35, 36]. Also, the variability in treatment modalities, encompassing exercise duration and volume, was highlighted. Five studies examined the impacts of yoga and aquatic exercises versus exercises done on land, strength exercises, breathing exercises, range of motion, and balance exercises over periods of 3, 10, 20, 24 weeks, and 6 months, with sessions lasting 50 to 60 minutes [13, 33, 34, 35, 37], despite the studies showing small effect sizes [13, 33-35, 37]. The effect sizes were moderate in two additional studies that focused on investigating the combined effects of strength and balance training. These activities were carried out for 40 min during each session over 20 weeks [1, 36]. In one of these two studies, the variable under investigation was muscular strength, measured using a dynamometer. In the other study, the variable examined was bone density, evaluated using single-photon absorptiometry [1, 36].

Three RCT studies indicated a notable improvement in the strengthening of muscles following the implementation of balance, resistance, and flexibility exercises [1, 33, 34]. Two RCT studies focused on investigating the impact of yoga, stretching, movement control exercises, and stability exercises on bone density in osteoporotic patients, with these exercises showing a significant improvement in this variable [35, 36]. Two other RCT studies examined the effects of respiratory, strengthen-

Table 2. Features of the studies incorporated in the systematic review

Study	Design	Participants	Intervention and Frequency	Intervention Parameters	Compliance Rate	Dependent Variables	PEDro Score	Results	Effect Size
Carter et al. (2002) [1]	RCT	Women 65 to 75 years old	An exercise class twice a week for 20 weeks also, each session continued for 40 minutes	Osteofit is an exercise program that focuses on balance, posture, coordination, gait and stabilization of the hip and trunk.	86% Participants completed the program.	Knee strength and static and dynamic balance	9	Individuals indicated enhancements in dynamic strength and balance as determiners of falling in osteoporotic older women.	0.63
Arnold et al. (2008) [13]	RCT	Mean±SD age: AE: 68.6±5.4; LE: 69.1±6.3, NE: 67.7±6.3	Exercises were performed for 50 min, 20 weeks, and 3 times a week.	The water and land exercises program was designed to include various exercises: Walking activities, correcting body posture, mobility and stretching of upper and lower limbs, stabilization of the trunk, strengthening exercises for upper and lower limbs, the trunk, and balance.	77.94% of the participants completed the program.	Balance, functional mobility, and QoL	8	AE or LE groups did not improve function, balance, and QoL compared to the NE control group in osteoporotic women. Although, there was a notable improvement in gait variables between experimental groups. Furthermore, there were reported enhancements in balance outcomes in the AE group.	0.45
Carter et al. (2001) [33]	RCT	Mean±SD age: CG: 70.8±4.0, EG: 71.6.±3.9	The intervention was conducted twice a week during 10 weeks.	The main exercises included stretching and strengthening exercises to deal with weak body posture and interventions to enhance coordination and balance. Interventions to improve the functional level included squatting on a chair and getting up and down from the ground.	85% of the participants completed the program.	Static balance, dynamic balance, and strengthening of the knee.	8	Physical activity for 10 weeks did not diminish fallings in osteoporotic individuals. However, further studies are necessary to determine the real effects of interventions to a significant level on outcomes.	0.45
Otero et al. (2017) [34]	RCT	65 women, Mean±SD age: EG; n=33, age: 57.4±4.8 y) or control group (CG; n=32, age: 58.8±4.5 y).	Exercises for 60 minutes, three times a week during 6 months	EG: Strength and balance exercises, CG: Not changing their usual habits	85% of the participants completed the program.	Static balance, dynamic balance, and upper and lower limb strength	9	The experimental group demonstrated notable improvement (P=0.001) in dynamic balance (36%), static balance (21%), and upper (80%) and lower limb strength (47%) compared to CG after the test. After six months, individuals reported lower scores in the control group (P=0.001).	0.32

Study	Design	Participants	Intervention and Frequency	Intervention Parameters	Compliance Rate	Dependent Variables	PEDro Score	Results	Effect Size
Motorwala et al. (2016) [35]	RCT	Mean±SD: 53.4±4.2, 30 women aged 45-62 years	One hour of yoga, 4 days a week, during 6 months	The sessions, which are about 60 minutes long, include warm-up, Surya Namaskar, and Asana in various statues (sitting, standing, lying, and supine).	All participants completed the program.	BMD was measured through dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA)	6	Yoga can be an effective method involving non-weight-bearing and weight-bearing parts. Also, this method could improve the BMD variable in osteoporotic postmenopausal women.	0.34
Preisinger et al. (1996) [36]	RCT	Mean±SD age: Group 1: 62.6±5.9, group 2: 60.9±7.8, group 3: 59.0±8.0 also 92 postmenopausal women participated in the study.	One performed an exercise program for 20 min or more 3 times a week (group one); the other (group two) received the treatment plan irregularly.	Treatment included moderate warm-up stretching to improve flexibility, motor control, postural stability, muscle strength and coordination.	85% of the participants completed the program.	An index of bone mass was measured by single photon absorptiometry.	9	Osteoporotic postmenopausal individuals can utilize interventions in terms of low back pain and decreased bone density.	0.63
Koevska et al. (2019) [37]	RCT	92 women, Mean±SD age: 60.64±6.7.	Interventions for 3 weeks, 3 times per week and 5-8 repetitions	The 1st group had physical modalities and exercises, the 2nd group exercises, and the 3rd group had no exercise	All participants completed the program.	QoL	8	The findings reported notable distinctions among the groups in physical activity, pain, social life, and self-perception of health (P<0.0001); only in terms of mental performance did there not indicate any difference (P<0.3).	0.48

Archives of Rehabilitation

Abbreviation: NE: Non-exercise; LE: Land exercise; AE: Aquatic exercise; EG: Experimental group; CG: Control group; RCT: Randomized control trial; BMD: Bone mineral density.

ing, balance, range of motion, aerobic, and aquatic exercises compared to land exercises on QoL [13, 37]. A study indicated a noteworthy enhancement in the QoL [37]. Meanwhile, a different study noted a considerable enhancement within every intervention group, including water versus land exercises and the control group; no notable disparity was observed between groups [13].

Muscle strength

In individuals with osteoporosis, the main reason for fractures has been reported to be falling due to impaired balance and reduced muscle strength [42], highlighting the importance of possessing strong lower limb muscles and sustaining a stable balance as crucial factors in independence and the capability to participate in everyday tasks [43]. Hence, enhancing muscle strength and balance can be attained through engaging in sports activities, which has been demonstrated in various stud-

ies [44]. In this review study, three studies investigated the impacts of different training on muscle strength in osteoporotic patients. These studies reported a notable increase in muscle power following exercise therapy, which was aligned with the results of the existing review study [1, 33, 34]. One study had a medium effect size [1], while two others had small effect sizes [33, 34]. Exercise can improve muscle strength, balance, postural stability, range of motion, muscle endurance and flexibility by enhancing neuromuscular coordination. Consequently, the incidence of falls and their fractures is reduced in these individuals, improving their QoL [45]. Moreover, improvement in muscle strength in these studies may be linked to the duration of performing these exercises. In other words, consistent and regular exercises enhanced muscle strength in the group receiving exercise therapy as opposed to the control group. In contrast, discontinuing exercise led to a decline in the benefits of the workout. Also, the studies involved a combination of exercises and these combined exercises with effective intensity played an optimal role in increasing muscle strength compared to each exercise separately [46].

Bone density

Tiny structures (organizational spatial structure of bone tissue) and bone mass are important determinants of bone mechanical capability against fractures. It is essential to examine these factors when assessing the impact of aging on bone tissue [47]. With aging and the deterioration of tiny structures, bone fragility occurs in both genders with unequal ratios [47]. Therefore, it is necessary to use treatments to preserve the microscopic structures and improve bone density. This review article includes two studies investigating how exercise therapy affects bone density in osteoporotic individuals [35]. One study with a small effect size [35] and another with a moderate effect size reported a significant improvement aligned with the existing research results [36]. Concerning the interpretation of the effect size categorized as “moderate” in the study by Preisinger et al. which demonstrated a moderate effect size of 0.63, it can be said that in this study, the frequency, duration of exercise, and patient’s adherence to the intervention had a positive impact on the variables. In other words, all participants completed the treatment in this study, which could have played a role in increasing the effect size [36]. Therefore, the impact of exercise therapy interventions cannot be determined without considering the patients’ follow-up rate [48, 49, 50].

Physical activity is beneficial for enhancing bone density and decreasing the likelihood of fractures in osteoporotic individuals through its impact on bone characteristics [51]. The mechanical load applied to bone tissue within the lacunar-canalicular network creates a guardian that plays a role in events that occur within cells, such as heightened levels of internal calcium, matrix creation, osteogenesis, and ultimately contributing to improved bone density [48]. It has also been shown that strength training contributes to changes in bone structure by creating and distributing non-uniform mechanical pressures [52]. In this type of exercise, optimizing mechanical load and high levels of strain leads to improved bone density [53].

QoL

Osteoporosis is a complex condition that affects many facets of a person’s activity [54]. Various studies reported a significant relationship between osteoporosis and a decrease in the QoL for the individual [54]. Decreased QoL caused by osteoporosis is primarily linked to discomfort and limitations in physical abilities resulting from fractures as a consequence of the disease, as well as physical and social impairments in women following vertebral fractures [54]. On the other hand, a decline in overall well-being can stem from the fear of potential fractures that may occur in the future for the individual, or the individual may feel the need to modify their way of life to avoid possible fractures that may occur in the future [55]. In this review study, 2 studies investigated how different exercises impact the QoL in osteoporotic individuals [13, 37]. Both studies reported a small effect size and a significant improvement that aligns with the findings of the existing review research [13, 37].

Reports have shown that exercise therapy and home training can effectively enhance the QoL. This improvement in the QoL has resulted in a decrease in the likelihood of experiencing falls by up to 50% [56]. Moreover, the positive impact of exercise and group activities on mental health indicators and psychosomatic symptoms can improve motivation and encourage patients to participate in exercise programs. Therefore, increasing patients’ physical activity enhances their daily activities and improves their QoL [57]. It has been reported that compared to other interventions, exercise therapy has positive and significant effects in osteoporotic postmenopausal women. Fishman et al. showed a positive change in spine and hip T-score index following a 2-year pilot study. On the other hand, this study reported a greater enhancement in pelvic bone density than in the spine [58]. Soomro et al. examined the impact of

physical activity on preventing osteoporosis compared with walking in young women. They did not report a difference in T-score between the two groups during 3 months. Therefore, to investigate the effect of exercise therapy, it is necessary to conduct more studies over a more extended period [59].

We only included randomized clinical trials to assess the quality of studies better. Most research demonstrated moderately high methodological standards and low and moderate effect sizes. Therefore, effect size measurement can ascertain the impacts of exercise treatment. Based on the results of the present review, physiotherapists and other healthcare professionals can expect many benefits following exercise treatment in osteoporotic individuals.

There were limitations in the present systematic review. First, we only considered studies published in English. Second, all the studies in the present study had a PEDro score between 6 and 9, of medium to high quality. The PEDro scale score in the range of more than 5 is a medium to high score. Therefore, in this case, there is a risk regarding the effects related to the quality of the studies. Third, the studies selected for this review had different follow-up periods. Therefore, it is suggested that the evaluated studies should be similar regarding the follow-up and research periods to make comparing the results easier. In addition, most studies had a brief duration of follow-up. Therefore, it is preferable to consider studies with an extended follow-up period. It is also recommended that studies with more participants be selected for final evaluation.

Conclusion

This research demonstrated the impacts of balance, strength, stretching, stability, and movement control exercises on bone mass and muscle strength in osteoporotic postmenopausal women. However, more studies are needed in this field.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran (Code: IR.SBMU.RETECH.REC.1399.1001).

Funding

This research was supported by a research project (No.: 63675 /1399), Funded by Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Authors' contributions

Conceptualization: Narges Jahantigh Akbari, Hoda Niknam, Sedigheh Sadat Naimi, Bijan Danesh Shahreki, Ali Jahantigh Akbari and Yousef Nooshiravani; Methodology: Narges Jahantigh Akbari, Hoda Niknam, Bijan Danesh Shahreki, Ali Jahantigh Akbari, Nahid Tahan, and Sedigheh Sadat Naimi; Research, review, analysis and drafting: Narges Jahantigh Akbari, Hoda Niknam, Sedigheh Sadat Naimi, Bijan Danesh Shahreki and Negar Asad-Sajjadi; Sources: Narges Jahantigh Akbari and Hoda Niknam; Visualization: Narges Jahantigh Akbari and Hoda Niknam; Supervision: Narges Jahantigh Akbari, Hoda Niknam, and Sedigheh Sadat Naimi; Project management: Narges Jahantigh Akbari, Hoda Niknam, and Bijan Danesh Shahreki; Review, editing and final approval: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors appreciate the Student Research Committee and Head of Research and Technology at Shahid Beheshti University of Medical Sciences for their financial support of this study.

This Page Intentionally Left Blank

مقاله مروری

تأثیر تمرین درمانی بر قدرت عضلانی، تراکم استخوان و کیفیت زندگی زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان: مروری ـ نظام‌مند

نرگس جهانتیغ اکبری[۱]، *هدا نیکنام[۲]، صدیقه سادات نعیمی[۲]، ناهید طحان[۲]، بیژن دانش شهرکی[۳]، علی جهانتیغ اکبری[۴]، یوسف نوشیراوانی[۵]، نگار اسعدسجادی[۶]

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. مرکز تحقیقات فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. معاونت آموزشی، واحد انفورماتیک، دانشگاه علوم‌پزشکی زابل، زابل، ایران.
۴. گروه روانشناسی، دانشکده علوم انسانی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۵. گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی زابل، زابل، ایران.
۶. گروه آمار زیستی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Jahantigh Akbari N, Niknam H, Naimi SS, Tahan N, Danesh Shahreki B, Jahantigh Akbari A, et al. The Effect of Exercise Therapy on Muscular Strength, Bone Mineral Density and Quality of Life in Postmenopausal Women With Osteoporosis: A Systematic Review. Archives of Rehabilitation. 2024; 25(3):372-395. https://doi.org/10.32598/RJ.25.3.3768.1

https://doi.org/10.32598/RJ.25.3.3768.1

چکیده

هدف پوکی استخوان به‌عنوان یک بیماری اسکلتی سیستماتیک تعریف می‌شود. این بیماری درنتیجه کاهش توده استخوانی و کاهش قدرت عضلانی ایجاد می‌شود. شکستگی به‌دنبال آن با درد و کاهش کیفیت زندگی همراه است. بنابراین هدف این مطالعه، بررسی تأثیر تمرین درمانی بر قدرت عضلانی، تراکم استخوان و کیفیت زندگی زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

روش بررسی جست‌وجو از منابع موجود با استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد، کاکرین، ساینس دایرکت و گوگل‌اسکالر انجام شد. مطالعات درصورتی‌که شامل ۱) کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده باشند؛ ۲) بر روی زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان انجام شده باشند؛ ۳) تمرین درمانی به‌عنوان مداخله باشد و ۴) قدرت عضلانی، تراکم مواد معدنی استخوان و کیفیت زندگی به‌عنوان متغیر در نظر گرفته شده باشند، وارد مطالعه شدند. مقالات به‌طور مستقل از نظر کیفیت توسط دو نویسنده با استفاده از مقیاس پایگاه شواهد فیزیوتراپی (PEDro) بررسی شدند. اندازه اثر کوهن با تقسیم میانگین تفاوت‌های استانداردشده بر انحراف‌معیار برای تعیین اثر درمان ازجمله تمرین درمانی محاسبه شد.

یافته‌ها هفت مقاله برای ورود به مطالعه انتخاب شدند. نمرات PEDro از ۶ تا ۹ (از ۱۰) متغیر بود. تفاوت میانگین اندازه اثر درنتیجه مداخله تمرین درمانی بین ۰/۳۲ تا ۰/۶۳ بود که نشان‌دهنده اثرات کوچک تا متوسط در بهبود زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان است. پنج مطالعه اندازه اثر کم و ۲ مطالعه اندازه اثر متوسط را گزارش کردند. نتایج مطالعه حاکی از اثر تمرینات تعادلی، قدرتی، کششی، ثباتی و کنترل حرکتی بر متغیرهای قدرت عضلانی و تراکم استخوان در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

نتیجه‌گیری نتایج حاکی از آن است که مداخلات با استفاده از تمرین درمانی تأثیر مفیدی بر قدرت عضلانی، تراکم استخوان و کیفیت زندگی زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان دارند. برای اعتبار بخشیدن به این فرضیه، مطالعات با کیفیت بیشتری موردنیاز است.

کلیدواژه‌ها تمرین درمانی، قدرت عضلانی، تراکم ماده معدنی استخوان، پوکی استخوان

تاریخ دریافت: ۱۶ تیر ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۵ فروردین ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۰ مهر ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
دکتر هدا نیکنام
نشانی: تهران، دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی.
تلفن: ۶۱۲۶۵۴۴ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: Hodaniknam@sbmu.ac.ir

Copyright © 2024 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

پوکی استخوان شایع‌ترین بیماری متابولیک و یک مشکل بهداشت در سرتاسر جهان است [۱, ۲]. براساس اعلام سازمان بهداشت جهانی[1]، پوکی استخوان سومین معضل بهداشت جهانی بعد از بیماری قلب و عروق و انواع سرطان تعیین شده است [۳]. این بیماری با کاهش تراکم استخوان، تخریب ساختار بافت استخوانی و درنتیجه، کاهش کیفیت استخوان همراه بوده است و زمینه را برای شکستگی استخوان فراهم می‌کند [۴]. این بیماری در میان زنان یائسه شایع است [۱]. پوکی استخوان ناشی از یائسگی اهمیت زیادی دارد، ازآنجایی‌که در توصیف اولیه پوکی استخوان به اهمیت نارسایی تخمدان و مشکلات هورمونی بعد از یائسگی اشاره شده است [۵]. یائسگی و به‌دنبال آن کاهش استروژن، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده پوکی استخوان در زنان در نظر گرفته می‌شود [۶]. بنابراین زنانی که در طول زندگی خود به دلایلی مانند شروع قاعدگی دیرهنگام و یائسگی زودرس، مدت‌زمان کوتاه‌تری تحت تأثیر استروژن قرار گرفته‌اند، شانس بیشتری برای ابتلا به پوکی استخوان دارند [۶].

علاوه بر این، ازآنجایی‌که به‌دنبال فقدان فعالیت تخمدان و کاهش استروژن، فعالیت استئوکلاست‌ها افزایش می‌یابد، به‌دنبال شروع یائسگی، سرعت کاهش توده استخوانی در زنان به میزان چندبرابر افزایش پیدا می‌کند [۷]. شیوع پوکی استخوان و شکستگی‌های مرتبط با این بیماری در زنان نسبت به مردان ۸برابر بیشتر ذکر شده است [۳]. همچنین ۶۰ درصد رشد استخوان در طول دوره جوانی اتفاق می‌افتد. پوکی استخوان نه‌تنها در دوران بزرگسالی بلکه در دوران رشد به‌دلیل عدم دریافت منابع کافی تکامل اسخوان شروع می‌شود. از طرف دیگر در بزرگسالی، یائسگی موجب کاهش سطح هورمون استروژن و کاهش تراکم استخوان می‌شود [۳]. ازاین‌رو، در دوران یائسگی و افزایش سن، هیچ رابطه‌ای بین مقدار استخوان تحلیل‌رفته و استخوان تشکیل‌شده مشاهده نمی‌شود، بنابراین در پایان هر چرخه یک نقص شبکه رخ می‌دهد [۱]. گزارش شده است که عوامل مختلفی در تشکیل استخوان و پیشگیری از پوکی استخوان نقش دارند. این عوامل شامل تغذیه مناسب و سرشار از مواد پروتئینی، کلسیم و ویتامین D و ورزش منظم هستند که نقش مؤثری در حفظ توده استخوانی، افزایش قدرت عضلانی و بهبود کیفیت زندگی دارند [۸].

اندازه‌گیری دانسیته استخوانی[2] به‌عنوان معیار تعیین پوکی استخوان در نظر گرفته شده است. کاهش در نمره T[3] و بیشتر از ۲ در انحراف استاندارد[4] در BMD به‌عنوان پوکی استخوان لحاظ می‌شود [۹]. در این حالت، فرد در آستانه شکستگی[5] قرار دارد [۹]. پوکی استخوان با عوارض مختلفی چون درد، کاهش تدریجی ارتفاع قد و کایفوز شدید همراه است [۱۰]. همچنین پیامدهای طولانی‌مدت پوکی استخوان شامل افتادن به‌دنبال اختلال تعادل، تحلیل قدرت عضلانی و وجود شکستگی در نواحی مختلف بدن هستند که این موارد می‌توانند کیفیت زندگی این افراد را تحت تأثیر قرار دهند [۱۱]. از طرف دیگر، فعالیت‌های فیزیکی و ورزش منظم به‌همراه دریافت میزان کافی از کلسیم، از طریق اعمال بار بر روی استخوان و عضلات بدن نقش مؤثری در حفظ و بهبود توده استخوانی و افزایش قدرت عضلات دارد. بنابراین در پیشگیری از شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان و افتادن و درنتیجه بهبود کیفیت زندگی کمک می‌کنند [۱۲]. شکستگی ناشی از پوکی استخوان به‌عنوان یک نگرانی مهم بهداشت عمومی در سراسر جهان در نظر گرفته می‌شود که زمین خوردن نقش مهمی در این شکستگی‌ها به‌خصوص در نواحی لگن و اندام فوقانی دارد [۱۳]. ۸۰ تا ۹۰ درصد شکستگی‌های لگن با افتادن در افراد مسن همراه است، به‌طوری‌که هر سال از هر ۳۰ فرد بزرگسال، یک نفر در محدوده سنی ۶۵ سال، در معرض ریسک افتادن است [۱۴]. ۵۰ تا ۷۰ درصد از بیماران با شکستگی لگن به وضعیت عملکردی قبلی خود باز نمی‌گردند و بسیاری از آن‌ها نیاز به مراقبت طولانی‌مدت دارند. علاوه بر این، حدود ۲۵ درصد از آن‌ها نیز در سال اول پس از شکستگی ازکارافتاده می‌شوند و فوت می‌کنند [۱۵].

شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان در ستون فقرات و گردن و استخوان ران، علاوه بر ناتوانی زیاد، به تحمیل هزینه‌های درمانی زیاد در این افراد منجر خواهند شد [۱۶]. بنابراین باید به‌دنبال درمان‌هایی برای حفظ یا بهبود تراکم استخوان و جلوگیری از افتادن در این افراد بود [۱۶]. تراکم استخوان در بیماران مبتلا به پوکی استخوان از طریق درمان‌های دارویی و غیردارویی بهبود می‌یابد [۱۰]. درمان‌های دارویی عبارتند از: مصرف داروهای کلسیم، بیس‌فسفونات‌ها، ویتامین D، درمان جایگزینی هورمونی[6] مثل استروژن، پروژسترون و کلسی‌تونین [۱۷]. درمان‌های دارویی برای پیشگیری و درمان این عارضه مؤثر هستند، ولی استفاده طولانی‌مدت از دارو به‌دلیل عوارض جانبی دارای محدودیت‌های بسیاری است. بنابراین محققان به‌دنبال درمان‌های غیردارویی هستند [۱۶]. درمان‌های غیردارویی شامل تمرین درمانی و رژیم غذایی است [۱]. افرادی که سبک زندگی پرتحرک دارند، توده استخوانی بالاتری نسبت به افراد با تحرک کمتر دارند [۱۸]. از سوی دیگر، ورزش منظم می‌تواند به حفظ و بهبود تراکم استخوان منجر شود [۱]. همچنین باتوجه‌به شواهد موجود، انجام ورزش‌های خاص می‌تواند خطر افتادن در سنین بالا را کاهش دهد [۱۹]. مداخلات ورزشی کمی در زنان مبتلا به

1. World Health Organization (WHO)
2. Bone Mineral Density (BMD)
3. T-score
4. Standard deviation
5. Fracture threshold
6. Hormone Replacement Therapy (HRT)

پوکی استخوان انجام شده است [۲۰]. نوع، زمان و دفعات بهینه چنین تمریناتی هنوز مشخص نشده است [۲۱]. براساس نتایج یک مطالعه متاآنالیز، تمرینات هوازی یا مقاومتی با بهبود تراکم استخوان نسبت به گروه کنترل همراه هستند [۲۲]. بنابراین، در افراد مبتلا به پوکی استخوان، ورزش ممکن است با حفظ توده استخوانی، خطر شکستگی را کاهش دهد و با بهبود ثبات و تعادل وضعیتی، میزان سقوط را به حداقل برساند [۲۳].

کارتر و همکاران در یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده[7] به بررسی اثرات تمرین درمانی در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان در محدوده سنی ۶۵-۷۵ سال پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد افراد در گروه تمرین درمانی بهبود در قدرت عضلانی را تجربه کردند و قدرت عضلانی یک فاکتور مهم تعیین‌کننده میزان ریسک افتادن به‌خصوص در زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان است [۱]. در مطالعه دیگری، ایواموتو و همکاران، سه نوع شدت تمرین استقامتی را مقایسه کردند. نتایج این مطالعه نشان داد برنامه تمرینی ۱۲ متر در دقیقه و به‌مدت ۱ ساعت در روز میزان توده استخوانی تیبیا و قدرت مکانیکی فمور را بهبود بخشیده است. این در حالی است که توده استخوانی مهره پنجم کمر در همه گروه‌های تمرینی با گروه کنترل تفاوتی نشان نداد [۲۴]. آرنولد و همکاران در یک مطالعه RCT، تأثیر تمرینات آبی در بهبود کیفیت زندگی و عملکرد زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان را با تمرینات زمینی مقایسه کردند. براساس نتایج این مطالعه، تفاوتی در عملکرد و کیفیت زندگی زنانی که تمرینات آبی را انجام داده بودند با تمرینات زمینی در مقایسه با گروه کنترل وجود نداشت [۱۳]. در مطالعه هوریگان و همکاران، ۵۰ بیمار مبتلا به پوکی استخوان، تمرینات منظم ورزشی را به‌مدت ۲ هفته و هفته‌ای دوبار انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد تمرینات تعادلی به‌همراه تمرینات تقویتی عضلات تنه به بهبود تعادل، کاهش ریسک افتادن و افزایش قدرت عضلانی در زنان مبتلا به پوکی استخوان منجر می‌شود [۲۵]. از سوی دیگر گزارش شده است که تمرینات تحمل وزن شامل پیاده‌روی، دویدن، رقصیدن و طناب زدن به تولید نیروهای عضلانی و بهبود عملکرد عضلانی منجر می‌شود [۲۶].

امروزه با بالا رفتن امید به زندگی و افزایش جمعیت افراد سالمند، شیوع این بیماری رو به افزایش است [۲۷]. از طرف دیگر باتوجه‌به اینکه بخش زیادی از جمعیت زنان فاقد فعالیت فیزیکی کافی هستند، بیشتر در معرض بیماری پوکی استخوان قرار دارند [۲۸]. همچنین اثرات طولانی‌مدت پوکی استخوان مانند افزایش میزان شکستگی، تغییرات فیزیکی مانند گوژپشتی و درد بر کیفیت زندگی نشان داده شده است [۲۹]. بنابراین با شیوع این بیماری، ناتوانی، مرگ‌ومیر و هزینه‌های درمانی و پزشکی افزایش خواهد یافت [۳۰]. از طرف دیگر، رابطه معنی‌داری بین فعالیت فیزیکی و تراکم استخوانی وجود دارد [۲۸]. باتوجه‌به این موارد و اهمیت کاربرد تمرین درمانی در این بیماران، مطالعه مروری در این زمینه به تعیین نوع تمرینات مؤثر در این بیماران کمک خواهد کرد. بنابراین هدف این مطالعه مروری سیستماتیک، بررسی اثر تمرین درمانی بر روی تراکم استخوانی، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

روش‌ها

این مطالعه مروری طبق چک‌لیست بررسی سیستماتیک و متاآنالیز[8] هدایت شده بود. هدف این گایدلاین کمک به نویسندگان است تا یک مطالعه مروری سیستماتیک یا متاآنالیز را توسعه دهند. این گایدلاین یک روش جامع را برای گزارش مطالعات مروری سیستماتیک ارائه می‌دهد [۳۱].

معیارهای ورود و خروج

مطالعات پذیرفته‌شده دارای معیارهای زیر برای ورود به مطالعه بودند:

- طراحی مطالعه باید به‌صورت کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل‌شده باشد.
- شرکت‌کنندگان، زنان مبتلا به پوکی استخوان باشند.
- فقط مداخلات مبتنی بر تمرین درمانی موردبررسی قرار گرفته باشد. بنابراین اگر از مداخلات مبتنی بر تمرین درمانی همراه با سایر درمان‌ها استفاده شده بود، از روند بررسی حذف شدند.
- علاوه‌بر گروه آزمایش، مطالعات باید شامل گروه کنترل بدون تمرین یا تمرین درمانی باشند.
- مطالعاتی که متغیرهای آن شامل تراکم استخوان، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی باشد.
- مطالعاتی که زنان یائسه را موردبررسی قرار داده باشند.
- مطالعه باید بر روی نمونه‌های انسانی انجام شده باشد.
- مطالعاتی که ابزار اندازه‌گیری متغیرها را تعیین کرده باشند.
- مطالعات انجام‌شده به زبان انگلیسی باشند.

مطالعاتی که دارای شرایط زیر بودند از روند مطالعه خارج شدند:

- اگر شرکت‌کنندگان مبتلا به پوکی استخوان نباشند.
- اگر مداخله موردبررسی به‌غیر از تمرین درمانی باشد.

7. Randomized Controlled Trials (RCT)

8. Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)

- مطالعاتی که متغیرهای آن‌ها به‌غیر از تراکم استخوان، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی باشند.
- مطالعاتی که شامل زنان یائسه نباشند.
- مطالعاتی که دارای نمونه‌های انسانی نباشند.
- مطالعاتی که دارای اندازه‌گیری کیفی باشند.

منابع اطلاعاتی

مقالات مرتبط طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۲ به‌منظور یافتن مطالعات موردنظر درمورد تأثیر تمرین درمانی بر روی تراکم استخوان، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان موردبررسی قرار گرفتند. پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی ازجمله: پابمد[9]، کاکرین[10]، ساینس دایرکت[11] و گوگل‌اسکالر[12] برای جست‌وجو استفاده شدند و جست‌وجو در دسامبر ۲۰۲۲ انجام شد.

استراتژی تحقیق

ترکیبی از اصطلاحات و کلمات کلیدی سایت مش[13] برای همه پایگاه‌های الکترونیکی استفاده شد. این ترکیب شامل «تمرین درمانی یا تمرین یا ورزش یا حرکت درمانی» و «تراکم مواد معدنی استخوان یا توده استخوانی» و «قدرت عضلانی یا آموزش قدرت عضلانی یا تقویت یا تقویت کردن» و «کیفیت زندگی و پوکی استخوان و زنان یائسه» بود.

انتخاب مطالعات

مقالاتی که برای ارزیابی نهایی انتخاب شدند بعد از دسترسی به متن کامل مقالات، توسط دو نویسنده به‌طور مستقل برای ارزیابی معیارهای ورود و خروج موردبررسی قرار گرفتند. مقالاتی که دارای معیارهای ورود بودند برای ورود به مطالعه انتخاب شدند.

ارزیابی کیفیت مطالعات

هر مقاله برای ارزیابی کیفیت متدولوژیکال با استفاده از مقیاس پایگاه داده شواهد فیزیوتراپی[14] مورد ارزیابی قرار گرفت. اختلاف نظرات بین دو نویسنده با توافق حل شد. مقیاس PEDro یک مقیاس با ۱۱ آیتم است که برای ارزیابی کیفیت مطالعات RCT در فیزیوتراپی استفاده می‌شود. PEDro دارای قابلیت تکرارپذیری و اعتبار لازم برای ارزیابی مطالعات RCT است. ۱۱ مورد دوقسمتی با پاسخ‌های «بله» و «خیر» وجود دارد. پاسخ «بله» نشان‌دهنده نمره ۱ و پاسخ «خیر» نشان‌دهنده نمره صفر است. نمرات بالاتر نشان‌دهنده کیفیت بالاتر مقالات انتخاب شده هستند (جدول شماره ۱) [۳۲].

جمع‌آوری داده‌ها

میانگین و انحراف‌معیار برای تخمین اندازه اثر هر یک از متغیرها ازجمله تراکم استخوان، قدرت عضلانی و کیفیت زندگی از مقالات واجد شرایط، توسط یک نویسنده استخراج و توسط نویسنده دیگر بررسی شد. درصورتی‌که اطلاعات مقاله در دسترس نبود، نویسنده مسئول با نویسنده مقاله موردنظر تماس گرفت.

ابزار اندازه‌گیری متغیرها

چندین ابزار سنجش مختلف برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی، تراکم استخوان و کیفیت زندگی در ۷ مطالعه انتخاب‌شده برای ارزیابی نهایی مورداستفاده قرار گرفتند. تست دینامومتر، حلقه بازو[15] و تست صندلی ۳۰ ثانیه در ۳ مطالعه برای ارزیابی قدرت عضلانی [۱، ۳۳، ۳۴]، استفاده از ابزار جذب‌سنجی اشعه ایکس با انرژی دوگانه[16] در ۲ مقاله برای اندازه‌گیری تراکم استخوان [۳۵، ۳۶] و پرسش‌نامه‌های کیفیت زندگی در افراد مبتلا به پوکی استخوان[17] و کیفیت زندگی بنیاد اروپایی پوکی استخوان[18] در ۲ مقاله برای بررسی کیفیت زندگی استفاده شدند [۱۳، ۳۷].

آیتم‌های داده‌ها

اطلاعات زیر از مقالات واجد شرایط استخراج شدند:

۱. ویژگی‌های شرکت‌کنندگان (شامل سن، جنسیت و تشخیص پوکی استخوان)؛

۲. نوع مداخله و تعداد بیمارانی که در گروه آزمایش و گروه کنترل قرار گرفتند؛

۳. نوع ابزار اندازه‌گیری مورداستفاده برای هر متغیر و مدت‌زمان بین شروع درمان و پیگیری؛

۴. میانگین و انحراف‌معیار برای شروع درمان و پیگیری برای هریک از متغیرها (جدول شماره ۲).

خلاصه اندازه‌گیری‌ها

در مطالعه مروری سیستماتیک حاضر، اندازه‌گیری اندازه اثر کوهن، تأثیر درمان را در مواردی که درمان بر روی متغیرهای

9. PubMed
10. Cochrane
11. ScienceDirect
12. Google scholar
13. MeSH
14. Physiotherapy Evidence Database (PEDro)
15. Arm curl
16. Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)
17. Quality of life in people with osteoporotic (QOL OP)
18. The quality of life questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO-41)

جدول ۱. کیفیت متدولوژیکال مطالعات (مقیاس PEDro)

شماره	مقاله	سال انتشار	نمره PEDro										نمره کل
			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	
۱	برنامه ورزش مبتنی بر جامعه عوامل خطر زمین خوردن را در زنان ۶۵ تا ۷۵ ساله مبتلا به پوکی استخوان کاهش می‌دهد: کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده	۲۰۰۲	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	بله	بله	بله	بله	۹
۲	ورزش درمانی برای پوکی استخوان: نتایج یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده	۱۹۹۶	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	بله	بله	بله	بله	۹
۳	تأثیر یوگا بر پوکی استخوان در زنان یائسه. مجله بین المللی یوگا	۲۰۱۶	بله	بله	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	بله	بله	خیر	بله	۶
۴	یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده از ورزش آبی در مقابل زمین برای بهبود تعادل، عملکرد و کیفیت زندگی در زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان	۲۰۰۸	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	خیر	بله	بله	بله	۸
۵	نتایج یک برنامه ۱۰ هفته‌ای تمرین قدرت و تعادل مبتنی بر جامعه برای کاهش عوامل خطر سقوط: یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده در زنان ۶۵–۷۵ ساله مبتلا به پوکی استخوان	۲۰۰۱	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	خیر	بله	بله	بله	۸
۶	اثربخشی یک مداخله ورزشی پایه برای بهبود قدرت و تعادل در زنان مبتلا به پوکی استخوان	۲۰۱۷	بله	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	بله	بله	بله	بله	۹
۷	تأثیر تمرینات ورزشی بر کیفیت زندگی بیماران مبتلا به پوکی استخوان یائسه کارآزمایی تصادفی‌شده	۲۰۱۹	بله	بله	بله	بله	خیر	خیر	خیر	بله	بله	بله	بله	۸

توانبخشی

موردنظر اعمال می‌شود، تعیین کرده است. اندازه اثر باتوجه‌به میانگین و انحراف‌معیار در شروع درمان و پیگیری برای متغیر موردنظر اندازه‌گیری شد. ضریب کوهن به‌عنوان یک اندازه اثر بیان می‌شود که ۰/۱۰-۰/۰ به‌عنوان مقدار ناچیز، ۰/۴۰-۰/۲۰ به‌عنوان مقدار کوچک، ۰/۷۰-۰/۵۰ به‌عنوان مقدار متوسط و بیشتر از ۰/۸۰ به‌عنوان مقدار زیاد در نظر گرفته می‌شود.

یافته‌ها

درمجموع، ۳۷۱۵ مقاله مرتبط در جست‌وجوی اولیه یافت شد که ۸۸۷ مقاله به‌صورت متن کامل بودند. این مقالات توسط دو نویسنده موردبررسی قرار گرفتند. از این ۸۸۷ مقاله، اکثر مقالات به دلایلی مانند عنوان، چکیده، مقالات تکراری و دلایل دیگر (مقالات مروری، مقالات غیر RCT و غیرمرتبط با تحلیل) حذف شدند. همچنین مقالاتی که مداخلات آن‌ها غیر از تمرین درمانی بود یا مقالاتی که جامعه آماری آن‌ها زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان نبودند، حذف شدند. علاوه‌براین، مقالاتی که گروه کنترل آن‌ها افراد سالم بودند نیز از فهرست مقالات واجد شرایط حذف شدند. درنهایت، ۸ مقاله برای ارزیابی نهایی انتخاب شد که از این تعداد، یک مقاله به‌دلیل عدم استفاده از مداخله درمانی مناسب از مطالعه حذف شد. بنابراین، تنها ۷ مقاله وارد مطالعه شدند (تصویر شماره ۱).

حجم نمونه در ۷ مطالعه بین ۳۰ تا ۹۲ نفر متغیر بود و تعداد کل شرکت‌کنندگان در مطالعه ۵۰۶ نفر تخمین زده شد. نمرات مقیاس PEDro برای مطالعات واجد شرایط بین ۶ تا ۹ در نظر گرفته شد. چندین ابزار اندازه‌گیری مختلف برای اندازه‌گیری کیفیت زندگی، قدرت عضلانی و تراکم استخوان در ۷ مطالعه استفاده شده بود؛ به‌طوری‌که تست دینامومتر، حلقه بازو و تست صندلی ۳۰ ثانیه در ۳ مطالعه برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی استفاده شده بود [۱، ۳۳، ۳۴]، DEXA در ۲ مقاله برای اندازه‌گیری تراکم استخوان [۳۵، ۳۶] استفاده شده بود و پرسش‌نامه‌های QOL OP و QUALEFFO-41 در ۲ مقاله برای اندازه‌گیری کیفیت زندگی مورداستفاده قرار گرفته بودند [۱۳، ۳۷]. اندازه‌گیری اندازه اثر مداخله درمانی بین ۰/۳۲ (کوچک) تا ۰/۶۳ (متوسط) برآورد شد. پنج مطالعه اندازه اثر کم و ۲ مطالعه اندازه اثر متوسط را نشان دادند. نتایج مطالعه حاکی از اثر تمرینات تعادلی، قدرتی، کششی، ثباتی و کنترل حرکتی بر قدرت عضلانی و تراکم استخوان در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

بحث

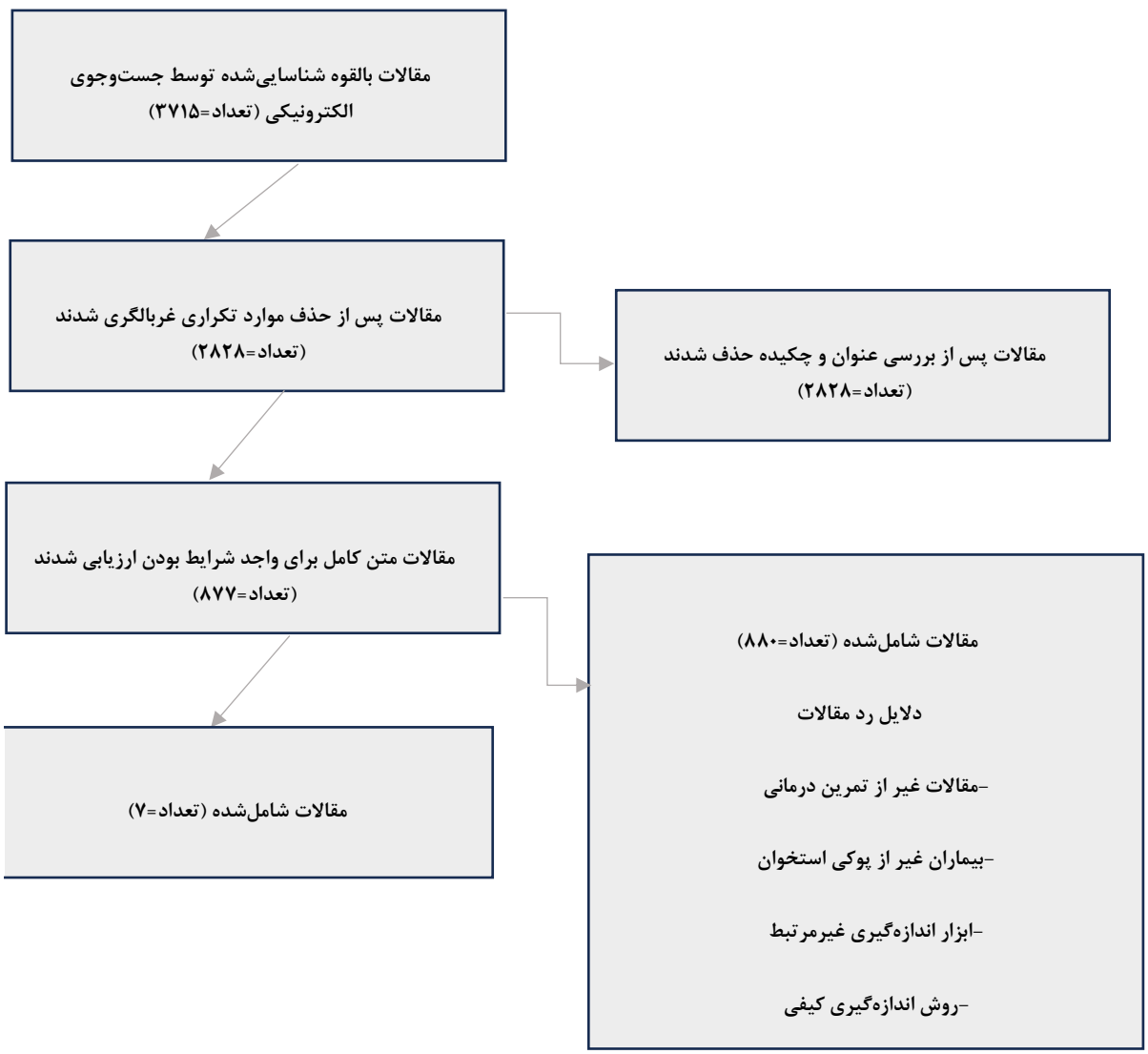
پوکی استخوان یکی از مشکلات مهم مرتبط با سلامت است. این بیماری به کاهش توده استخوانی و کاهش کیفیت زندگی

جدول ۲. ویژگی‌های مطالعات گنجانده‌شده در مطالعه مروری سیستماتیک

مطالعه	طراحی	جزئیات شرکت‌کنندگان	مداخله و فرکانس	پارامترهای مداخله	میزان تبعیت	متغیرهای وابسته	نمره PEDro	نتایج	اندازه اثر
مطالعه کارتر و همکاران (۲۰۰۲) [۱]	کارآزمایی بالینی	زنان ۶۵ تا ۷۵ سال	یک کلاس ورزشی دوبار در هفته به‌مدت ۲۰ هفته. همچنین هر جلسه به‌مدت ۴۰ دقیقه ادامه یافت.	استئوفیت یک برنامه ورزشی است که وضعیت بدن، تعادل، راه رفتن، هماهنگی و تثبیت لگن و تنه را هدف قرار می‌دهد.	۸۶ درصد شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت تمرین زانو	۹	در مقایسه با گروه کنترل، شرکت‌کنندگان در برنامه تمرینی بهبودهایی را در تعادل و قدرت پویا تجربه کردند که هر دو عامل تعیین‌کننده خطر سقوط، به‌ویژه در زنان مسن‌تر مبتلا به پوکی استخوان بودند.	۰/۶۳
آرنولد و همکاران (۲۰۰۸) [۱۳]	کارآزمایی بالینی	میانگین سن: تمرینات آبی: ۶۸/۶±۵/۴ سال تمرینات زمینی: ۶۹/۱±۶/۳ سال غیرتمرینی: ۶۷/۷±۶/۳ سال	تمرینات ۳ بار در هفته به‌مدت ۲۰ هفته که هر جلسه ۵۰ دقیقه طول کشید انجام شد.	برنامه تمرینات آبی و تمرینات زمینی به‌گونه‌ای طراحی شده بودند که شامل تمرینات مختلفی باشد: فعالیت‌های راه رفتن، اصلاح وضعیت بدن، تحرک و کشش اندام فوقانی و تحتانی، تثبیت تنه، تمرین مقاومتی برای تنه و اندام‌های فوقانی و تحتانی و فعالیت‌های تعادلی.	۷۷/۹۴ درصد شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	تعادل، تحرک عملکردی و کیفیت زندگی	۸	هیچ تفاوتی در تعادل، عملکرد یا کیفیت زندگی در زنان مبتلا به پوکی استخوان که یک برنامه آبی یا زمینی را دنبال کردند در مقایسه با گروه کنترل وجود نداشت. بااین‌حال، تفاوت‌های قابل‌توجه در راه رفتن پشت سر هم بین گروه‌های آبی و زمینی گزارش شد. پیشرفت‌های قابل‌توجه در تعادل نشان می‌دهد برنامه آبی یک جایگزین مناسب برای زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان است که در ورزش کردن بر روی زمین مشکل دارند.	۰/۴۵
کارتر و همکاران (۲۰۰۱) [۳۳]	کارآزمایی بالینی	میانگین سن: گروه کنترل: ۷۰/۸±۴/۰ سال گروه تمرین: ۷۱/۶±۳/۹ سال	برنامه ورزشی دوبار در هفته به‌مدت ۱۰ هفته انجام شد.	تمرینات اصلی شامل تمرینات تقویتی و کششی برای مقابله با وضعیت نامناسب بدن و همچنین تمریناتی برای بهبود تعادل و هماهنگی بود. تمرینات برای بهبود سطح عملکردی شامل اسکات روی صندلی و بلند و پایین رفتن از زمین بود.	۸۵ درصد شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت اکستنشن زانو	۸	یک مداخله فعالیت بدنی مبتنی بر جامعه به‌مدت ۱۰ هفته عوامل خطر سقوط را در زنان مبتلا به پوکی استخوان کاهش نداد. بااین‌حال، روند بهبود عوامل خطر کلیدی برای سقوط را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، یک مطالعه با قدرت بیشتر ممکن است نشان دهد که این متغیرها تا سطحی بهبود یابند که به اهمیت آماری برسد.	۰/۴۵
اوترو و همکاران (۲۰۱۷) [۳۴]	کارآزمایی بالینی	۶۵ زن: گروه آزمایش (۳۳ نفر) با میانگین سن ۵۷/۴±۴/۸ سال و گروه کنترل (۳۲ نفر) با میانگین سن ۵۸/۸±۴/۵ سال	تمرینات به‌مدت ۶۰ دقیقه، ۳ بار در هفته به‌مدت ۶ ماه	گروه آزمایش: تمرینات تعادلی و قدرتی، گروه کنترل: عدم تغییر عادات معمول خود	۸۵ درصد شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	تعادل ایستا، تعادل پویا و قدرت اندام فوقانی و تحتانی	۹	گروه آزمایش بهبود قابل‌توجهی (P=۰/۰۰۱) در تعادل ایستا (۲۱ درصد)، تعادل پویا (۳۶ درصد) و در استحکام اندام فوقانی (۸۰ درصد) و تحتانی (۴۷ درصد) در مقایسه با گروه کنترل بعد از انجام آزمایش نشان داد. ماه ششم شرکت‌کنندگان در گروه کنترل مقادیر قابل‌توجهی پایین‌تری (P=۰/۰۰۱) در چهار آزمون نشان دادند.	۰/۳۲
موتوروالا و همکاران (۲۰۱۶) [۳۵]	کارآزمایی بالینی	۳۰ زن در گروه سنی ۴۵-۶۲ سال با میانگین سن ۵۳/۴±۴/۲ سال	یک ساعت یوگا به‌مدت ۴ روز هر هفته و برای مدت ۶ ماه	جلسات به‌مدت ۱ ساعت شامل گرم کردن، سوریاناماسکار و آسانا در وضعیت‌های مختلف (ایستاده، نشسته، به پشت و درازکشیده) بودند.	همه شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	تراکم مواد معدنی استخوان با جذب‌سنجی اشعه ایکس با انرژی دوگانه (DEXA)	۶	یوگا یک روش ایمن از فعالیت بدنی است که شامل تحمل وزن و همچنین بدون تحمل وزن آساناها، پرانایاما و سوریاناماسکار است که همگی به بهبود BMD در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان کمک می‌کنند.	۰/۳۴

مطالعه	طراحی	جزئیات شرکت‌کنندگان	مداخله و فرکانس	پارامترهای مداخله	میزان تبعیت	متغیرهای وابسته	نمره PEDro	نتایج	اندازه اثر
پرایزینگر و همکاران (۱۹۹۶) [۳۶]	کارآزمایی بالینی	۹۲ زن یائسه میانگین سن: گروه ۱: ۶۲/۶±۵/۹ سال گروه ۲: ۶۰/۹±۷/۸ سال گروه ۳: ۵۹/۰±۸/۰ سال	یکی برنامه تمرینی را حداقل ۳ بار در هفته به‌طور منظم انجام داد که هر جلسه ۲۰ دقیقه یا بیشتر طول کشید (گروه ۱)، دیگری (گروه ۲) درمان را به‌طور نامنظم (کمتر از یک ساعت در هفته) قطع کرد. همچنین مدت درمان ۴ سال بود.	تمرینات شامل گرم کردن متوسط، کشش برای بهبود انعطاف‌پذیری، بهبود ثبات وضعیتی، کنترل حرکتی، هماهنگی و قدرت عضلانی بود.	۸۵ درصد شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	نسبت محتوای مواد معدنی استخوان به عرض استخوان به‌عنوان شاخصی از تراکم استخوان ساعد محاسبه شد که این متغیر با جذب‌سنجی تک‌فوتون اندازه‌گیری شد.	۹	زنان یائسه کم‌تحرک ممکن است از تمرین درمانی طولانی‌مدت منظم از نظر شکایات کمر و کاهش توده استخوانی بهره‌مند شوند.	۰/۶۳
کوئه‌وسکا و همکاران (۲۰۱۹) [۳۷]	کارآزمایی بالینی	۹۲ زن با میانگین سن ۶۰/۶۴±۶/۷ سال	ورزش ۳ بار در هفته به‌مدت ۳ هفته و ۵–۸ تکرار	گروه اول: تمرینات و مداخلات فیزیکی، گروه دوم: تمرینات، و گروه کنترل سوم: بیمارانی که تمرین درمانی انجام نمی‌دادند.	کل شرکت‌کنندگان برنامه را تکمیل کردند.	کیفیت زندگی	۸	نتایج نشان داد بین گروه‌ها از نظر درد، فعالیت بدنی، زندگی اجتماعی، ادراک سلامت خود تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۰۰۱). تنها از نظر عملکرد ذهنی تفاوت معنی‌داری نداشت (P<۰/۳).	۰/۴۸

توانبخشی



تصویر ۱. فلوچارت مقاله مروری سیستماتیک

توانبخشی

منجر شده و هزینه‌های مالی زیادی را به بیمارانی که دچار شکستگی می‌شوند تحمیل می‌کند [۳۸]. اهمیت این بیماری در رابطه با افزایش شکستگی‌ها در نواحی مختلف بدن ازجمله فمور، لگن و ستون فقرات است [۳۹]. این موضوع سبب افزایش مرگ‌ومیر و افزایش هزینه‌های درمانی شده است [۴۰]. علاوه بر این، یائسگی در سنین بین ۴۰ تا ۴۵ سال، دوره کوتاه باروری، کاهش تراکم استخوان در زمان بلوغ اسکلتی و از دست دادن سریع توده اسخوانی پس از یائسگی، با افزایش خطر پوکی استخوان در زنان یائسه مرتبط هستند [۵]. بنابراین، زنان یائسه با این عوامل خطر باید در معرض افزایش خطر پوکی استخوان در نظر گرفته شوند [۵]. از طرفی، گزارش شده است که خطر شکستگی استخوان به‌دلیل پوکی استخوان در زنان یائسه بالاتر از ۵۰ سال در آمریکا ۴۰ درصد و در سوئد ۴۶ درصد است [۴۱]. این موضوع اهمیت درمان برای پوکی استخوان در زنان یائسه را نشان می‌دهد. بنابراین هدف این مطالعه مروری سیستماتیک، بررسی اثر تمرین درمانی بر قدرت عضلانی، تراکم استخوان و کیفیت زندگی در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود.

در این مطالعه مروری، ۷ مطالعه برای ارزیابی نهایی انتخاب شدند. برای ارزیابی کیفیت متدولوژیکال این مطالعات از مقیاس PEDro استفاده شد. این مطالعات در ارزیابی کیفیت دارای نمره بین ۶ تا ۹ بودند که نشان‌دهنده کیفیت بالای این مطالعات از نظر متدولوژیکال بود. همچنین برای ارزیابی تأثیر مداخلات تمرین درمانی از اندازه اثر کوهن استفاده شد. باتوجه‌به این نتایج، اثر رضایت‌بخشی از مداخلات تمرین درمانی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان مشاهده شد. پنج مطالعه اثر کمی را نشان دادند؛ ۲ مطالعه اثر کم بر روی قدرت عضلانی، یک مطالعه اثر کم بر روی تراکم استخوان و ۲ مطالعه اثر کم بر روی کیفیت زندگی گزارش کردند [۱۳، ۳۳-۳۵، ۳۷]. درحالی‌که مطالعات دیگر اثر متوسطی را بر روی قدرت عضلانی و تراکم استخوان گزارش کردند [۱، ۳۶]. نتایج حاصل از این مطالعه، اثر تمرینات تعادلی، قدرتی، کششی، ثباتی و کنترل حرکتی بر روی متغیرهای قدرت عضلانی و تراکم استخوان در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان را نشان داد. تفاوت در اندازه اثر بین مطالعات، تحت تأثیر ویژگی‌های مختلف این مطالعات، ازجمله مدت‌زمان درمان، دوره پیگیری، فراوانی، شدت و روش درمان بود. با وجود اینکه برخی مطالعات دارای دوره پیگیری طولانی تا ۴ سال و برخی دیگر تا ۶ ماه بودند، اما برخی مطالعات دوره پیگیری کوتاهی داشتند.

مداخلات ورزشی مورداستفاده شامل تمرینات تقویت، تعادل، کششی، تمرینات برای بهبود ثبات وضعیتی، کنترل حرکت، قدرت عضلانی، یوگا و تمرینات آبی و زمینی بود [۱، ۱۳، ۳۳، ۳۵، ۳۶]. تنوع در روش درمان مربوط به مدت‌زمان و حجم تمرین گزارش شد. پنج مطالعه، اثر تمرینات یوگا، تمرینات آبی در مقابل تمرینات زمینی، تمرینات تقویتی، تنفسی و دامنه حرکتی و تعادلی را در بازه زمانی ۳، ۱۰، ۲۰، ۲۴ هفته و ۶ ماه به‌مدت ۵۰-۶۰ دقیقه در هر جلسه، موردبررسی قرار دادند [۱۳، ۳۳-۳۵، ۳۷]، درحالی‌که اندازه اثر برای این مطالعات کوچک بود. اندازه اثر در دو مطالعه دیگر متوسط بود که این مطالعات اثر ترکیبی تمرینات تقویتی و تعادلی را موردبررسی قرار دادند. این تمرینات به‌مدت ۴۰ دقیقه در هر جلسه و برای ۲۰ هفته انجام شد [۱، ۳۶]. در یکی از این دو مطالعه، متغیر موردبررسی قدرت عضلانی بود که با دینامومتر اندازه‌گیری شد و در مطالعه دیگر متغیر، تراکم استخوانی بود که با استفاده از روش جذب‌سنجی تک‌فوتون مورد ارزیابی قرار گرفت [۱، ۳۶]. در ۳ مطالعه RCT، بهبودی معنی‌داری در قدرت عضلانی به‌دنبال استفاده از تمرینات تقویتی، تعادلی و کششی گزارش شد [۱، ۳۳، ۳۴]. دو مطالعه RCT، به بررسی اثر تمرینات یوگا، کششی، تمرینات کنترل حرکت و تمرینات ثباتی بر روی دانسیته تراکم استخوان در بیماران پوکی استخوان پرداختند و این تمرینات، بهبودی معنی‌داری را در این متغیر گزارش کردند [۳۵، ۳۶]. دو مطالعه RCT دیگر، اثر تمرینات تنفسی، تقویتی، دامنه حرکتی، تعادلی، ایروبیک و تمرینات آبی در مقابل تمرینات زمینی را روی کیفیت زندگی بررسی کردند [۱۳، ۳۷]. یک مطالعه، بهبودی معنی‌داری در کیفیت زندگی گزارش کرد [۳۷]. درحالی‌که مطالعه دیگر، بهبودی معنی‌داری در هر یک از گروه‌های مداخله شامل تمرینات آبی در مقابل تمرینات زمینی و گروه کنترل گزارش کرد، ولی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه گزارش نشد [۱۳].

قدرت عضلانی

در بیماران مبتلا به پوکی استخوان، دلیل اصلی شکستگی‌ها افتادن به‌دنبال اختلال در تعادل و کاهش قدرت عضلانی گزارش شده است [۴۲]. بنابراین این موضوع اهمیت سطوح بالای قدرت عضلانی در اندام‌های تحتانی و داشتن تعادل خوب را به‌عنوان فاکتورهای مهم در استقلال و توانایی انجام فعالیت‌های روزمره نشان می‌دهد [۴۳]. ازاین‌رو، افزایش قدرت عضلانی و بهبود تعادل می‌تواند از طریق شرکت در فعالیت‌های ورزشی میسر شود که این موضوع در مطالعات مختلف نشان داده شده است [۴۴]. در این مطالعه مروری، ۳ مطالعه به بررسی اثر تمرینات مختلف بر قدرت عضلانی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان پرداختند. این مطالعات، بهبودی معنی‌داری در قدرت عضلانی به‌دنبال تمرین درمانی گزارش کردند که با نتایج مطالعه مروری موجود سازگار بود [۱، ۳۳، ۳۴]. یک مطالعه دارای اندازه اثر متوسط [۱] و دو مطالعه دیگر دارای اندازه اثر کم بودند [۳۳، ۳۴]. تمرین درمانی می‌تواند قدرت عضلانی، تعادل، ثبات پاسچرال، دامنه حرکتی، سطح تحمل عضلانی و انعطاف‌پذیری را از طریق بهبود هماهنگی نوروماسکولار، بهبود بخشد. بنابراین، به‌دنبال آن، میزان افتادن و شکستگی‌های ناشی از افتادن در این بیماران کاهش و کیفیت زندگی بهبود می‌یابد [۴۵]. از طرف دیگر، بهبودی در قدرت

عضلانی در این مطالعات می‌تواند ناشی از مدت‌زمان انجام این تمرینات باشد. به عبارت دیگر، تمرین مداوم و همیشگی باعث بهبودی در قدرت عضلانی در گروه تمرین درمانی در مقایسه با گروه کنترل شد و قطع تمرین به کاهش اثرات تمرین منجر شد. همچنین در این مطالعات، تمرینات به‌صورت ترکیبی انجام شدند که این تمرینات ترکیبی با شدت مؤثر، نقش بهینه‌ای در افزایش قدرت عضلانی نسبت به هر یک از تمرینات به‌صورت مجزا داشتند [۴۶].

تراکم استخوان

ریزساختارها (سازمان‌دهی فضایی بافت استخوانی) و توده استخوان از عوامل مهم تعیین‌کننده قابلیت مکانیکی استخوان در برابر شکستگی‌ها هستند و بررسی این عوامل در تعیین اثر کهولت سن بر بافت استخوانی مهم است [۴۷]. با افزایش سن و تخریب ریزساختارها، پوکی استخوان در هر دو جنس و با نسبت غیرمساوی اتفاق می‌افتد [۴۷]. بنابراین باید دنبال درمان‌هایی جهت حفظ ریزساختارها و بهبود تراکم استخوان بود. در این مطالعه مروری، دو مطالعه به بررسی اثر تمرین درمانی بر روی تراکم استخوان در بیماران مبتلا به پوکی استخوان پرداختند [۳۵]. یک مطالعه دارای اندازه اثر کم [۳۵] و مطالعه دیگر دارای اندازه اثر متوسط بود و بهبودی معنی‌داری را گزارش کرد که با نتایج مطالعه موجود هم‌خوان است [۳۶]. در رابطه با تفسیر اندازه اثر متوسط، در مطالعه پرایزینگر و همکاران که اندازه اثر آن برابر با ۰/۶۳ (متوسط) بود، می‌توان گفت در این مطالعه فرکانس، مدت‌زمان تمرین و پیگیری مداخله توسط بیماران بر متغیرها تأثیر مثبت داشته است. به عبارت دیگر، در مطالعه پرایزینگر و همکاران، همه شرکت‌کنندگان درمان را تکمیل کردند. این موضوع می‌تواند در افزایش اندازه اثر در این مطالعه نقش داشته باشد [۳۶]. بنابراین، تأثیر مداخلات تمرین درمانی بدون در نظر گرفتن میزان پیگیری بیماران قابل‌تعیین نیست [۴۸-۵۰].

فعالیت بدنی از طریق تأثیر بر ویژگی‌های استخوانی، در بهبود و کاهش میزان شکستگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان مؤثر است [۵۱]. بار مکانیکی وارد بر بافت استخوان، درون شبکه سیال لاکونار ـ کانالیکولار[19]، شیبی[20] ایجاد می‌کند که در وقایع درون‌سلولی ازجمله افزایش کلسیم درون‌سلولی، تولید ماتریکس و استخوان‌سازی[21] و درنتیجه بهبود تراکم استخوان نقش دارد [۴۸]. همچنین نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی با ایجاد و توزیع فشارهای مکانیکی غیریکنواخت در تغییرات استخوانی نقش دارند [۵۲]. در این نوع تمرینات، بهینه بودن بار مکانیکی و میزان بالای استرین در این نوع تمرینات، باعث بهبود تراکم استخوان می‌شود [۵۳].

19. lacunar-canalicular
20. Gardian
21. Osteogenesis

کیفیت زندگی

پوکی استخوان یک بیماری سیستمیک چندبعدی است که می‌تواند ابعاد مختلف زندگی فرد را متأثر کند [۵۴]. در مطالعات مختلفی گزارش شده است که ارتباط معنی‌داری بین پوکی استخوان و کاهش کیفیت زندگی فرد وجود دارد [۵۴]. کاهش کیفیت زندگی در اثر بیماری پوکی استخوان، بیشتر با دردها و ناتوانی‌های ناشی از شکستگی به‌دنبال بیماری و همچنین اختلالات جسمی و اجتماعی در زنان به‌دنبال شکستگی در مهره‌ها مرتبط است [۵۴]. از طرف دیگر، کاهش کیفیت زندگی می‌تواند حاصل ترس از شکستگی‌هایی باشد که ممکن است در آینده برای فرد رخ دهد یا ممکن است فرد احساس کند که باید تغییراتی در شیوه زندگی خود اعمال کند تا از شکستگی‌هایی که ممکن است در آینده رخ دهد پیشگیری نماید [۵۵]. در این مطالعه مروری، دو مطالعه اثر تمرینات مختلف را بر روی کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان بررسی کردند [۱۳، ۳۷]. هر دو مطالعه اندازه اثر کم و بهبودی معنی‌داری را گزارش کردند که با نتایج مطالعه مروری موجود سازگار است [۱۳، ۳۷].

گزارش شده است که تمرین درمانی به‌همراه آموزش خانگی می‌تواند در افزایش کیفیت زندگی نقش مؤثری داشته باشد که این افزایش در نمره کیفیت زندگی به کاهش خطر افتادن تا میزان ۵۰ درصد منجر شده است [۵۶]. از طرف دیگر، تأثیر مثبت ورزش و فعالیت‌های دسته‌جمعی بر شاخص‌های سلامت روانی و علائم سایکوسوماتیک از شاخص‌های کیفیت زندگی می‌تواند در اثر بهبود در انگیزه و تشویق بیماران جهت مشارکت در برنامه‌های ورزشی باشد. بنابراین افزایش فعالیت‌های ورزشی بیماران، به بهبودی در انجام فعالیت‌های روزمره زندگی و افزایش کیفیت زندگی منجر می‌شود [۵۷].

گزارش شده است که در مقایسه با سایر مداخلات، تمرین درمانی اثرات مثبت و معنی‌داری در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان دارد. مطالعه فیشمن، بهبودی در شاخص نمره T ناحیه ستون فقرات و مفصل ران را به‌دنبال یک مطالعه آزمایشی دوساله نشان داد. از سوی دیگر، این مطالعه افزایش بیشتری در تراکم استخوان در ناحیه لگن نسبت به ستون فقرات گزارش کرد [۵۸]. مطالعه سومرو و همکاران، با هدف بررسی تأثیر تمرین درمانی بر پیشگیری از پوکی استخوان در مقایسه با پیاده‌روی در زنان جوان انجام شد که در طی ۳ ماه تفاوتی در نمره T بین دو گروه گزارش نکردند. بنابراین، برای بررسی تأثیر تمرین درمانی لازم است مطالعات بیشتری با دوره طولانی‌تر انجام گیرد [۵۹].

به‌منظور ارزیابی بهتر کیفیت مطالعات، ما فقط مطالعاتی را که کارآزمایی بالینی تصادفی بودند در نظر گرفتیم. اکثر مطالعات از کیفیت متوسط تا بالای متدولوژیکال و همچنین از اندازه اثر کم و متوسط برخوردار بودند. بنابراین، اندازه‌گیری مربوط به اندازه اثر،

برای تعیین اثرات تمرین درمانی می‌تواند استفاده شود. باتوجه‌به نتایج مطالعه حاضر، فیزیوتراپیست‌ها و سایر متخصصان مراقبت و سلامت می‌توانند مزایای زیادی را به‌دنبال استفاده از تمرین درمانی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان گزارش کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر حاکی از اثر تمرینات تعادلی، قدرتی، کششی، ثباتی و کنترل حرکتی بر متغیرهای قدرت عضلانی و تراکم استخوان در زنان یائسه مبتلا به پوکی استخوان بود. ولی بااین‌حال نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه است.

در مطالعه مروری نظام‌مند حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت: اول اینکه، ما تنها مطالعاتی را در نظر گرفتیم که به زبان انگلیسی چاپ شده بودند. دوم اینکه، تمامی مطالعات در پژوهش حاضر دارای نمره PEDro بین ۶ تا ۹ بودند که از کیفیت متوسط تا بالا برخوردار بودند. نمره مقیاس PEDro در محدوده بیشتر از ۵، نمره متوسط تا بالا در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، در این مورد ریسک در رابطه با اثرات مربوط به کیفیت مطالعات وجود دارد. سوم اینکه، مطالعات انتخاب‌شده برای این مطالعه مروری، دارای دوره‌های پیگیری متفاوتی بودند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود مطالعات مورد ارزیابی، از نظر مدت‌زمان پیگیری و مدت‌زمان مطالعه مشابه باشند تا مقایسه بین نتایج آسان‌تر باشد. علاوه بر این، اکثر مطالعات دارای دوره پیگیری کوتاه بودند. بنابراین بهتر است مطالعات با دوره پیگیری طولانی‌تری در نظر گرفته شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعات با حجم نمونه بزرگ‌تر برای ارزیابی نهایی انتخاب شوند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه دارای تأییدیه اخلاقی از دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی با کد اخلاق IR.SBMU.RETECH.REC.1399.1001 است.

حامی مالی

این مطالعه به شماره پروژه ۶۳۶۷۵/ص/۱۳۹۹ کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی تهران است که حامی مال آن دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی تهران است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: نرگس جهانتیغ اکبری، هدا نیکنام، صدیقه سادات نعیمی، بیژن دانش شهرکی، علی جهانتیغ اکبری و یوسف نوشیراوانی؛ روش‌شناسی: نرگس جهانتیغ اکبری، هدا نیکنام، بیژن دانش شهرکی، علی جهانتیغ اکبری، ناهید طحان و صدیقه سادات نعیمی؛ تحقیق، بررسی و تحلیل: نرگس جهانتیغ اکبری، هدا نیکنام، صدیقه سادات نعیمی، بیژن دانش شهرکی و نگار اسعد سجادی؛ منابع و بصری‌سازی: نرگس جهانتیغ اکبری و هدا نیکنام؛ نظارت: نرگس جهانتیغ اکبری، هدا نیکنام و صدیقه سادات نعیمی؛ مدیریت پروژه: نرگس جهانتیغ اکبری، هدا نیکنا و بیژن دانش شهرکی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از کمیته تحقیقات دانشجویی و رئیس پژوهش و فناوری در دانشگاه علوم‌پزشکی شهید بهشتی برای حمایت مالی از این مطالعه قدردانی می‌شود.

References

[1] Carter ND, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, et al. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65-to 75-year-old women with osteoporosis: Randomized controlled trial. CMAJ: Canadian Medical Association Journal. 2002; 167(9):997-1004. [PMID]

[2] Bringhurs FR. Bone and mineral metabolism in health and disease. Harrison's Principles of Internal Medicine. 2008; 2365-77. [Link]

[3] Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. WHO Study Group. Osteoporosis International. 1994; 4(6):368-81. [DOI:10.1007/BF01622200] [PMID]

[4] O'Brien M. Exercise and osteoporosis. Irish Journal of Medical Science. 2001; 170(1):58-62. [DOI:10.1007/BF03167724] [PMID]

[5] Sioka C, Fotopoulos A, Georgiou A, Xourgia X, Papadopoulos A, Kalef-Ezra J. Age at menarche, age at menopause and duration of fertility as risk factors for osteoporosis. Climacteric. 2010; 13(1):63-71. [DOI:10.3109/13697130903075337] [PMID]

[6] Leslie M, St Pierre RW. Osteoporosis: Implications for risk reduction in the college setting. Journal of American College Health. 1999; 48(2):67-71. [DOI:10.1080/07448489909595676] [PMID]

[7] Tsao LI. Relieving discomforts: the help-seeking experiences of Chinese perimenopausal women in Taiwan. Journal of Advanced Nursing. 2002; 39(6):580-8. [DOI:10.1046/j.1365-2648.2002.02327.x] [PMID]

[8] Kelley GA, Kelley KS. Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: A meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2006; 194(3):760-7. [DOI:10.1016/j.ajog.2005.09.006] [PMID]

[9] Norris R. Medical costs of osteoporosis. Bone. 1992; 13(Suppl 2):S11-6. [DOI:10.1016/8756-3282(92)90190-8] [PMID]

[10] Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: A meta-analysis of controlled trials. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2001; 80(1):65-77. [DOI:10.1097/00002060-200101000-00017] [PMID]

[11] Jang SY, Park J, Ryu SY, Choi SW. Low muscle mass is associated with osteoporosis: A nationwide population-based study. Maturitas. 2020; 133:54-9. [DOI:10.1016/j.maturitas.2020.01.003] [PMID]

[12] Benedetti MG, Furlini G, Zati A, Letizia Mauro G. The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. BioMed Research International. 2018; 2018:4840531. [DOI:10.1155/2018/4840531] [PMID]

[13] Arnold CM, Busch AJ, Schachter CL, Harrison EL, Olszynski WP. A randomized clinical trial of aquatic versus land exercise to improve balance, function, and quality of life in older women with osteoporosis. Physiotherapy Canada. 2008; 60(4):296-306. [DOI:10.3138/physio.60.4.296] [PMID]

[14] Cranney A. Treatment of postmenopausal osteoporosis. BMJ. 2003; 327(7411):355-6. [DOI:10.1136/bmj.327.7411.355] [PMID]

[15] Body JJ, Bergmann P, Boonen S, Boutsen Y, Bruyere O, Devogelaer JP, et al. Non-pharmacological management of osteoporosis: A consensus of the Belgian Bone Club. Osteoporosis International. 2011; 22(11):2769-88. [DOI:10.1007/s00198-011-1545-x] [PMID]

[16] Khorsandi M, Shamsi M, Jahani F. [The survey of practice about prevention of osteoporosis based on health belief model in pregnant women in Arak city (Persian)]. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2013; 12(1):35-46. [Link]

[17] Reid IR, Billington EO. Drug therapy for osteoporosis in older adults. The Lancet. 2022; 399(10329):1080-92. [DOI:10.1016/S0140-6736(21)02646-5] [PMID]

[18] Lin Z, Shi G, Liao X, Huang J, Yu M, Liu W, et al. Correlation between sedentary activity, physical activity and bone mineral density and fat in America: National Health and Nutrition Examination Survey, 2011-2018. Scientific Reports. 2023; 13(1):10054. [DOI:10.1038/s41598-023-35742-z] [PMID]

[19] Reinoso H, McCaffrey RG, Taylor DW. Mitigating fall risk: A community fall reduction program. Geriatric Nursing. 2018; 39(2):199-203. [DOI:10.1016/j.gerinurse.2017.08.014] [PMID]

[20] Kistler-Fischbacher M, Weeks BK, Beck BR. The effect of exercise intensity on bone in postmenopausal women (part 2): A meta-analysis. Bone. 2021; 143:115697. [DOI:10.1016/j.bone.2020.115697]

[21] Shojaa M, Von Stengel S, Schoene D, Kohl M, Barone G, Bragonzoni L, et al. Effect of exercise training on bone mineral density in post-menopausal women: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. Frontiers in Physiology. 2020; 11:652. [DOI:10.3389/fphys.2020.00652] [PMID]

[22] Wolff I, van Croonenborg JJ, Kemper HC, Kostense PJ, Twisk JW. The effect of exercise training programs on bone mass: A meta-analysis of published controlled trials in pre-and post-menopausal women. Osteoporosis International. 1999; 9(1):1-12. [DOI:10.1007/s001980050109] [PMID]

[23] Hsu WL, Chen CY, Tsauo JY, Yang RS. Balance control in elderly people with osteoporosis. Journal of the Formosan Medical Association. 2014; 113(6):334-9. [DOI:10.1016/j.jfma.2014.02.006] [PMID]

[24] Iwamoto J, Yeh JK, Aloia JF. Differential effect of treadmill exercise on three cancellous bone sites in the young growing rat. Bone. 1999; 24(3):163-9. [DOI:10.1016/S8756-3282(98)00189-6] [PMID]

[25] Hourigan SR, Nitz JC, Brauer SG, O'Neill S, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. Osteoporosis International. 2008; 19(7):1077-86. [DOI:10.1007/s00198-007-0541-7] [PMID]

[26] Hong AR, Kim SW. Effects of resistance exercise on bone health. Endocrinology and Metabolism. 2018; 33(4):435-44. [DOI:10.3803/EnM.2018.33.4.435] [PMID]

[27] Dempster DW. Osteoporosis and the burden of osteoporosis-related fractures. American Journal of Managed Care. 2011; 17(6):S164-9. [PMID]

[28] Nikpour S, Haji Kazami E, Haghani H. Study of the kind and time of occupational and leisure physical activities among employed women in faculties of Iran University of Medical Sciences. Razi Journal of Medical Sciences. 2005; 12(46):381-92. [Link]

[29] Gold T, Williams SA, Weiss RJ, Wang Y, Watkins C, Carroll J, et al. Impact of fractures on quality of life in patients with osteoporosis: A US cross-sectional survey. Journal of Drug Assessment. 2019; 8(1):175-83. [DOI:10.1080/21556660.2019.1677674] [PMID]

[30] Chandran M, Brind'Amour K, Fujiwara S, Ha YC, Tang H, Hwang JS, et al. Prevalence of osteoporosis and incidence of related fractures in developed economies in the Asia Pacific region: A systematic review. Osteoporosis International. 2023; 34(6):1037-53. [DOI:10.1007/s00198-022-06657-8] [PMID]

[31] Wilhelm M, Roskovensky G, Emery K, Manno C, Valek K, Cook C. Effect of resistance exercises on function in older adults with osteoporosis or osteopenia: A systematic review. Physiotherapy Canada. 2012; 64(4):386-94. [DOI:10.3138/ptc.2011-31BH] [PMID]

[32] Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. Physical Therapy. 2003; 83(8):713-21. [DOI:10.1093/ptj/83.8.713] [PMID]

[33] Carter ND, Khan KM, Petit MA, Heinonen A, Waterman C, Donaldson MG, et al. Results of a 10 week community based strength and balance training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65-75 year old women with osteoporosis. British Journal of Sports Medicine. 2001; 35(5):348-51. [DOI:10.1136/bjsm.35.5.348] [PMID]

[34] Otero M, Esain I, González-Suarez ÁM, Gil SM. The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. Clinical Interventions in Aging. 2017; 12:505-13. [DOI:10.2147/CIA.S127233] [PMID]

[35] Motorwala ZS, Kolke S, Panchal PY, Bedekar NS, Sancheti PK, Shyam A. Effects of Yogasanas on osteoporosis in postmenopausal women. International Journal of Yoga. 2016; 9(1):44-8. [DOI:10.4103/0973-6131.171717] [PMID]

[36] Preisinger E, Alacamlioglu Y, Pils K, Bosina E, Metka M, Schneider B, et al. Exercise therapy for osteoporosis: Results of a randomised controlled trial. British Journal of Sports Medicine. 1996; 30(3):209-12. [DOI:10.1136/bjsm.30.3.209] [PMID]

[37] Koevska V, Nikolikj-Dimitrova E, Mitrevska B, Gjeracaroska-Savevska C, Gocevska M, Kalcovska B. Effect of exercises on quality of life in patients with postmenopausal osteoporosis-randomized trial. Open access Macedonian Journal of Medical Sciences. 2019; 7(7):1160-5. [DOI:10.3889/oamjms.2019.271] [PMID]

[38] Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: Interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. Sports Medicine. 2005; 35(9):779-830. [DOI:10.2165/00007256-200535090-00004] [PMID]

[39] Bagheri P, Haghdoost AA, Dortaj Rabari E, halimi L, Vafaei Z, Farhang Nya M, et al. [Ultra analysis of prevalence of osteoporosis in iranian women: A systematic review and meta-analysis (Persian)]. Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism. 2011; 13(3):315-25. [Link]

[40] Borgström F, Zethraeus N, Johnell O, Lidgren L, Ponzer S, Svensson O, et al. Costs and quality of life associated with osteoporosis-related fractures in Sweden. Osteoporosis International. 2006; 17(5):637-50. [DOI:10.1007/s00198-005-0015-8] [PMID]

[41] Johnell O, Kanis J. Epidemiology of osteoporotic fractures. Osteoporosis International. 2005; 16(Suppl 2):S3-7. [DOI:10.1007/s00198-004-1702-6] [PMID]

[42] Ganança FF, Gazzola JM, Ganança CF, Caovilla HH, Ganança MM, Cruz OL. Elderly falls associated with benign paroxysmal positional vertigo. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2010; 76(1):113-20. [DOI:10.1590/S1808-86942010000100019] [PMID]

[43] Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. Brazilian Journal of Physical Therapy. 2015; 19(3):227-34. [DOI:10.1590/bjpt-rbf.2014.0096] [PMID]

[44] Erhan B, Ataker Y. Rehabilitation of patients with osteoporotic fractures. Journal of Clinical Densitometry. 2020; 23(4):534-8. [DOI:10.1016/j.jocd.2020.06.006] [PMID]

[45] Alonso Pérez JL, Martín Pérez S, Battaglino A, Villafañe JH, Alonso-Sal A, Sánchez Romero EA. An up-date of the muscle strengthening exercise effectiveness in postmenopausal women with osteoporosis: A qualitative systematic review. Journal of Clinical Medicine. 2021; 10(11):2229. [DOI:10.3390/jcm10112229] [PMID]

[46] Kemmler W, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender W, Engelke K. Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: Results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). Archives of Internal Medicine. 2004; 164(10):1084-91. [DOI:10.1001/archinte.164.10.1084] [PMID]

[47] Xiang Y, Yingling VR, Malique R, Li CY, Schaffler MB, Raphan T. Comparative assessment of bone mass and structure using texture-based and histomorphometric analyses. Bone. 2007; 40(2):544-52. [DOI:10.1016/j.bone.2006.08.015] [PMID]

[48] Rampello A, Franceschini M, Piepoli M, Antenucci R, Lenti G, Olivieri D, et al. Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: a randomized crossover controlled study. Physical Therapy. 2007; 87(5):545-55. [DOI:10.2522/ptj.20060085] [PMID]

[49] Vore ME, Elgelid S, Bolger S, Parsons C, Quashnoc R, Raymor J. Impact of a 10-week individualized exercise program on physical function and fatigue of people with multiple sclerosis: A pilot study. International Journal of MS Care. 2011; 13(3):121-6. [DOI:10.7224/1537-2073-13.3.121] [PMID]

[50] Sluijs EM, Kok GJ, Van der Zee J. Correlates of exercise compliance in physical therapy. Physical Therapy. 1993; 73(11):771-82. [DOI:10.1093/ptj/73.11.771] [PMID]

[51] Hoffmann I, Kohl M, von Stengel S, Jakob F, Kerschan-Schindl K, Lange U, et al. Exercise and the prevention of major osteo-

porotic fractures in adults: a systematic review and meta-analysis with special emphasis on intensity progression and study duration. Osteoporosis International. 2023; 34(1):15-28. [DOI:10.1007/s00198-022-06592-8] [PMID]

[52] Sinaki M, Pfeifer M, Preisinger E, Itoi E, Rizzoli R, Boonen S, et al. The role of exercise in the treatment of osteoporosis. Current Osteoporosis Reports. 2010; 8(3):138-44. [DOI:10.1007/s11914-010-0019-y] [PMID]

[53] Schmitt NM, Schmitt J, Dören M. The role of physical activity in the prevention of osteoporosis in postmenopausal women-an update. Maturitas. 2009; 63(1):34-8. [DOI:10.1016/j.maturitas.2009.03.002] [PMID]

[54] Lips P, Cooper C, Agnusdei D, Caulin F, Egger P, Johnell O, et al. Quality of life in patients with vertebral fractures: Validation of the quality of life questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO). Osteoporosis International. 1999; 10:150-60. [DOI:10.1007/s001980050210] [PMID]

[55] Martin AR, Sornay-Rendu E, Chandler JM, Duboeuf F, Girman CJ, Delmas PD. The impact of osteoporosis on quality-of-life: The OFELY cohort. Bone. 2002; 31(1):32-6. [DOI:10.1016/S8756-3282(02)00787-1] [PMID]

[56] Madureira MM, Bonfá E, Takayama L, Pereira RM. A 12-month randomized controlled trial of balance training in elderly women with osteoporosis: Improvement of quality of life. Maturitas. 2010; 66(2):206-11. [DOI:10.1016/j.maturitas.2010.03.009] [PMID]

[57] Li WC, Chen YC, Yang RS, Tsauo JY. Effects of exercise programmes on quality of life in osteoporotic and osteopenic postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation. 2009; 23(10):888-96. [DOI:10.1177/0269215509339002] [PMID]

[58] Fishman LM. Yoga for osteoporosis: A pilot study. Topics in Geriatric Rehabilitation. 2009; 25(3):244-50. [DOI:10.1097/TGR.0b013e3181b02dd6]

[59] Soomro RR, Ahmed SI, Khan M, Ali SS. Comparing the effects of Osteoporosis Prevention Exercise Protocol (OPEP) versus walking in the prevention of osteoporosis in younger females. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2015; 31(2):336-40. [DOI:10.12669/pjms.312.5990] [PMID]