

Research Paper

The Effect of Short-Term Nanocurcumin Supplementation on the Anthropometric Indices, Lipid Profile and C-Reactive Protein of Overweight Girls



Fatemeh Fakhri¹, Somaye Fakhri¹, *Saeed Shakeryan¹, Aliakbar Alizadeh¹

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.



Citation: Fakhri F, Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A. [The Effect of Short-Term Nanocurcumin Supplementation on the Anthropometric Indices, Lipid Profile and C-Reactive Protein of Overweight Girls (Persian)]. Complementary Medicine Journal. 2020; 10(1):94-105. <https://doi.org/10.32598/cmja.10.1.994.1>

doi <https://doi.org/10.32598/cmja.10.1.994.1>



Article Info:

Received: 27 Dec 2020

Accepted: 08 Mar 2020

Available Online: 01 Jun 2020

Keywords:

Curcumin, Lipid profile, C-reactive protein, Overweight

ABSTRACT

Objective Studies have shown that the use of herbal medicines can be effective in prevention and treatment of obesity/overweight and its related disorders. The purpose of the present study was to investigate the effect of nanocurcumin supplementation on anthropometric characteristics, lipid profile and C-reactive Protein (CRP) in overweight girls.

Methods This is a quasi-experimental study with pretest/posttest design. The subjects were 24 overweight students with a mean age of 22.48±1.64 years and body mass index (BMI) of 27.53±3.29 kg/m². After receiving written consent from the subjects, they were randomly divided into two groups of supplement (n=12) and placebo (n=12). Supplement group consumed 80 mg nanocurcumin capsule daily for 6 weeks. Anthropometric indicators (weight, BMI and waist-to-hip ratio) were measured before and after the intervention and blood samples were collected to measure lipid profile parameters (low-density lipoprotein, total cholesterol, triglyceride, and high-density lipoprotein) and CRP level. Data were analyzed by dependent and independent t-tests. The significance level of the tests was set at P≤0.05.

Results Nanocurcumin supplementation for 6 weeks did not significantly affect the anthropometric indicators, lipid profile parameters and CRP level (P>0.05).

Conclusion It seems that the short-term nanocurcumin supplementation cannot significantly affect anthropometric characteristics, lipid profile, and CRP level in overweight girls. Therefore, long-term use and different doses of this supplement are recommended.

Extended Abstract

1. Introduction

Overweight and obesity are growing metabolic diseases [1]. Studies have shown that being overweight and obese is associated with impairment in serum lipids and lipoproteins, such as Low-Density Lipoprotein (LDL), Very Low-Density Lipoprotein (VLDL), Total

Cholesterol (TC), Triglycerides (TG) and High-Density Lipoprotein (HDL) [4, 5] which are the risk factors for cardiovascular diseases. Obesity has also been shown to release pre-inflammatory cytokines such as IL-6 from adipose tissue. High serum IL-6 levels increase the hepatic synthesis of C-reactive protein (CRP) [6]. CRP has been shown to be a non-specific biomarker of inflammation, independent of other traditional risk factors, predicting cardiovascular diseases, especially in women, and has been shown that blood CRP levels in obese people are higher

* Corresponding Author:

Saeed Shakeryan, PhD.

Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Tel: +98 (916) 3143363

E-mail: sashakeryan@gmail.com

than in normal weight people, and have a positive relationship with Body Mass Index (BMI) [7].

Recent evidence suggests that certain food components, such as spices, may play a key role in preventing or treating obesity and related metabolic disorders [6]. Curcumin, the active ingredient in turmeric, has low toxicity and has a wide range of pharmacological functions, including antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and anti-cancer effects [9] [8]. It has a positive effect on lipid profile by reducing inflammation, regulating cholesterol homeostasis, reducing LDL, lipid peroxidation, and increasing HDL [10, 11].

However, studies such as Baum et al. have also shown that taking curcumin has no significant effect on serum cholesterol and TG concentrations [14]. Moreover, several studies have reported conflicting effects of curcumin on anthropometric indicators (body weight, BMI and waist-to-hip ratio). Some studies have shown a significant effect of curcumin consumption on body composition in addition to its anthropometric characteristics [15, 16]. In contrast, some studies have not reported its any significant effect [17-19].

Since weight management strategies are important for improving the mental and physical health of obese and overweight people, and reviewing the previous studies showed that their findings are highly ambiguous, more research is needed. In this regard, this study aimed to investigate the effect of 6 weeks of nanocurcumin supple-

mentation on lipid profile, CRP level and anthropometric characteristics of overweight girls.

2. Materials and Methods

This is a quasi-experimental study with pretest/posttest design. The subjects were 24 overweight students with a mean age of 22.48 ± 1.64 years and BMI of 27.53 ± 3.29 kg/m². After receiving written consent from the subjects, they were randomly divided into two groups of supplement (n=12) and placebo (n=12). Supplement group consumed 80 mg nano-curcumin capsule daily for 6 weeks, while placebo group received a capsule containing starch daily. Anthropometric indicators including body weight, BMI and Waist-To-Hip Ratio (WHR) were measured before and after the intervention and blood samples were collected to measure components of lipid profile (LDL, TC, TG, and HDL) and CRP level. Data were analyzed by dependent and independent t-tests. The significance level was set at $P \leq 0.05$.

3. Results

The statistical results related to anthropometric characteristics in pretest and posttest phases are presented in Table 1. No significant between-group and within-group differences were observed in terms of anthropometric characteristics as well as in lipid profile and CRP level ($P > 0.05$) (Table 2).

Table 1. Anthropometric characteristics of participants before and after intervention

Variable	Group	Mean±SD		P	
		Pre-test	Post-test	Within-group	Between-group
Age (y)	Supplement	22.64±0.88	-	-	-
	Placebo	32.22±2.4	-	-	-
Height (cm)	Supplement	25.161±0.94	-	-	-
	Placebo	157.66±1.45	-	-	-
Weight (kg)	Supplement	7.1±2.9	70.12±3.15	0.17	0.26
	Placebo	67.93±4.48	67.93±5	1	
BMI (kg/m ²)	Supplement	27.73±2.72	27±1.82	0.11	0.15
	Placebo	27.33±3.86	27.33±3.74	0.98	
WHR	Supplement	0.85±0.01	0.85±0.01	0.39	0.9
	Placebo	0.86±0.01	0.86±0.03	1	

Table 2. Lipid profile and CRP level of participants before and after intervention

Variable	Group	Mean±SD		P	
		Pre-test	Post-test	Within-group	Between-group
TC (mg/dl)	Supplement	163.17±9.7	162.7±9.5	0.41	0.54
	Placebo	160.8±7.77	160.7±7.71	0.61	
TG (mg/dl)	Supplement	102.58±6.23	102.1±6.03	0.21	0.37
	Placebo	107.35±6.43	107.21±6.5	0.35	
HDL (mg/dl)	Supplement	44.9±4.33	45.68±4.02	0.23	0.35
	Placebo	39.3±2.44	39.45±2.41	0.22	
LDL (mg/dl)	Supplement	97.53±10	97.1±9.9	0.07	0.42
	Placebo	100.02±7.41	99.8±7.4	0.13	
VLDL (mg/dl)	Supplement	20.5±1.24	20.4±1.2	0.21	0.37
	Placebo	21.46±1.28	21.44±1.3	0.35	
CRP	Supplement	1.26±0.36	1.21±0.35	0.06	0.06
	Placebo	1.69±0.23	1.68±0.22	0.4	

4. Discussion

The results of the present study showed that 6 weeks of nano-curcumin supplementation had no significant effect on lipid profile, CRP level, and anthropometric indicators (weight, BMI and WHR) in overweight girls. This is consistent with the results of Mohammadi et al. [17], but is against the results of Di Pierro et al. [22]. One of the reasons for this discrepancy is that although the subjects in both studies were overweight, the samples in Di Pierro et al.'s study had metabolic syndrome, and during the 30-day supplementation period and 30 days before it, there were interventions in the lifestyle of the subjects such as 500 kcal of calorie restriction per day and 210 minutes of physical activity per week, while in the present study, subjects had no caloric restriction and regular physical activity.

The exact mechanism by which curcumin may affect body weight and BMI is not yet known; however, it has been reported that curcumin regulates the Janus Kinase (JNK), which has been shown to play a key role in the pathogenesis of obesity [8, 25]. Curcumin may also inhibit the 11βHSD1 enzyme, which activates cortisol [26]. Higher concentrations of cortisol in fat cells cause central obesity [27]. Curcumin also reduces obesity by inhibiting fat differentiation in the early stages by suppressing the Peroxisome proliferator-

activated receptor c (PPAR-c) and by increasing the protein kinase activated by monophosphate following lipolysis [26]. Moreover, previous studies have shown that curcumin supplementation may reduce energy expenditure [8, 28].

Other results from the present study showed improvements in lipid profile (decreased TC, TG, LDL and increased HDL) after 6 weeks of nanocurcumin supplementation, although these changes were not significant. This is consistent with the results of Sohaei et al. [30]. Studies have shown that curcumin prevents the formation of oxygen free radicals and is effective in reducing the progression and complications of inflammation and hyperlipidemia. Curcumin also inhibits the activity of Fatty Acid Synthase (FAS) and enhances the oxidation of β-fatty acids, thus leading to an effective reduction in fat reserves, and using this mechanism, curcumin can regulate lipid metabolism [35].

The present study showed an improvement in serum CRP levels after 6 weeks of nanocurcumin supplementation; however, the changes were not significant. This is consistent with the results of Sohaei et al. [30], but is against the results of Shadkam et al. [3], and Holt et al. [36]. The reasons for the inconsistency of the results are probably the duration of study, type and dose of curcumin supplementation. Concentrations, conditions, and cell types, as well as

the uptake and distribution of curcumin in tissues, are also important for its biological activity [35, 38].

5. Conclusion

The short-term use of nanocurcumin supplementation did not lead to significant changes in the anthropometric characteristics, lipid profile, and CRP level in overweight girls. Therefore, long-term use and different doses of this supplement are recommended.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study obtained its ethical approval from the Research Ethics Committee of Shahid Chamran University of Ahvaz (Code: EE.96.24.3.85899.scu.ac.ir) and is a clinical trial registered by Iranian Registry of Clinical Trials (Code: IRCT20180927041150N1).

Funding

The present paper was extracted from the MSc thesis of the first author Fatemeh Fakhri, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology and sampling: Fatemeh Fakhri; Data analysis: Fatemeh Fakhri and Somayyeh Fakhri; Writing and review: Fatemeh Fakhri, Saeid Shakeryan, and Ali Akbar Alizadeh; Supervision and project administration: Somayyeh Fakhri.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest

This Page Intentionally Left Blank

اثر یک دوره کوتاه مدت مکمل دهی نانوکورکومین بر شاخص های آنتروپومتریک، نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنشگر C دختران دارای اضافه وزن

فاطمه فخری^۱، سمیه فخری^۱، سعید شاکریان^۱، علی اکبر علی زاده^۱

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

چکیده

هدف: تحقیقات نشان داده اند استفاده از داروهای گیاهی می تواند در پیشگیری و درمان چاقی و اضافه وزن و اختلالات ناشی از آن مؤثر باشد؛ از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر مکمل دهی نانوکورکومین بر شاخص های آنتروپومتریک، نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنشگر C (hs-CRP) در دختران دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش ها: پژوهش حاضر نیمه تجربی با طرح پیش آزمون پس آزمون بود. آزمودنی ها ۲۴ نفر از دانشجویان دارای اضافه وزن با میانگین سنی (۲۲/۴۸±۱/۶۴ سال) و شاخص توده بدنی (BMI) (۲۷/۵۳±۳/۲۹) کیلوگرم بر مترمربع بودند. پس از دریافت رضایت نامه کتبی، آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه مکمل (n=۱۲) و دارونما (n=۱۲) تقسیم شدند. گروه مکمل روزانه یک کپسول ۸۰ میلی گرمی نانوکورکومین به مدت شش هفته دریافت کردند. قبل و بعد از دوره مکمل دهی، شاخص های آنتروپومتریک (وزن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به باسن "WHR") اندازه گیری شد و نمونه های خونی جهت سنجش اجزای نیمرخ لیپیدی (لیپوپروتئین با چگالی پایین "LDL"، کلسترول تام "TC"، تری گلیسرید "TG" و لیپوپروتئین با چگالی بالا "HDL") و CRP گرفته شد. داده ها از طریق آزمون تی وابسته و مستقل تجزیه و تحلیل شد. سطح معنی داری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل نانوکورکومین به مدت شش هفته تغییر معنی داری در شاخص های آنتروپومتریک (وزن بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن)، اجزای نیمرخ لیپیدی (HDL، LDL، TC، TG) و پروتئین واکنشگر C ایجاد نمی کند ($P \geq 0/05$).

نتیجه گیری: به نظر می رسد مصرف کوتاه مدت مکمل کورکومین منجر به ایجاد تغییرات معنی دار در شاخص های ترکیب بدن، سطوح نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنشگر C در افراد دارای اضافه وزن نشد. از این رو مصرف طولانی مدت و دزهای متفاوت این مکمل توصیه می شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۰۸ دی ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۱۸ اسفند ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۲ خرداد ۱۳۹۹

کلیدواژه ها:

کورکومین، نیمرخ لیپیدی، پروتئین واکنشگر C، اضافه وزن

مقدمه

شناخت عوامل مؤثر در پیدایش بیماری های قلبی عروقی می تواند نقش مهمی در پیشگیری بیماری داشته باشد. از مهم ترین عوامل خطر برای این بیماری ها می توان به بالا رفتن لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL)، کلسترول تام (TC)، تری گلیسرید (TG) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) اشاره کرد [۵]. تحقیقات همچنین نشان داده اند چاقی باعث آزاد شدن سیتوکین های پیش التهاب مانند IL-6 از بافت چربی می شود. سطح سرمی بالای IL-6 باعث افزایش سنتز کبدی پروتئین واکنشگر C (CRP) می شود [۶]. CRP یکی از زیست نشانگرهای غیر تخصصی التهاب بوده که مستقل از سایر عوامل خطر سنتی پیش بینی کننده حوادث قلبی عروقی به ویژه در زنان معرفی شده است و نشان داده شده است که سطح خونی CRP در افراد چاق بالاتر از افراد با وزن نرمال است و با BMI رابطه مثبت دارد [۷].

اضافه وزن و چاقی عارضه متابولیکی رو به افزایشی است که در ابعاد اپیدمی در حال گسترش است. برآوردهای فعلی نشان می دهد تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۱/۱۲ میلیارد بزرگسال در سراسر جهان چاق خواهند شد [۱]. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که به ازای یک واحد افزایش در شاخص توده بدنی، خطر وقوع بیماری های قلبی عروقی هشت درصد افزایش می یابد [۲]. علاوه بر وزن و شاخص توده بدنی، دور کمر و دور کمر به باسن هم می تواند چاقی کل و چاقی مرکزی بدن را نشان دهد و پیشگویی کننده بیماری های قلبی عروقی باشد [۳]. شواهد پژوهشی نشان داده اند اضافه وزن و چاقی با افزایش لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم رابطه دارد [۴] و از جمله عوامل خطر برای بیماری های قلبی عروقی، می توان به تغییرات پاتولوژیک لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم اشاره کرد.

* نویسنده مسئول:

سعید شاکریان

نشانی: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۳۱۴۳۳۶۳ (۹۱۶) ۹۸+

پست الکترونیکی: sashakeryan@gmail.com

شاخص‌هایی همچون سالم بودن، عدم مصرف دارو، عدم استعمال دخانیات و عدم شرکت در برنامه‌های منظم تمرینی حداقل به مدت یک سال پیش از شرکت در تحقیق بود. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل انصراف از شرکت در پروتکل تمرینی، عدم مصرف مکمل یا مصرف بیش از یک‌بار در روز در طول شش هفته مکمل‌یاری، انجام فعالیت ورزشی در طی دوره تمرین، ابتلا به بیماری سرماخوردگی یا بیماری‌های التهابی دیگر بود. پس از توضیح اهداف پژوهش، از همه آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی آگاهانه دریافت شد و به آن‌ها اطمینان داده شد که هر وقت مایل بودند می‌توانند از دوره تحقیق خارج شوند همچنین با ارائه پرسش‌نامه یادداری ثبت ۲۴ ساعته غذا، شرایط تغذیه‌ای یکسان‌سازی شد.

آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه مکمل (n=۱۲) و دارونما (n=۱۲) قرار گرفتند. دو روز قبل از شروع دوره مداخله، ارزیابی‌های اولیه شامل شاخص‌های آنتروپومتریک (قد و وزن و شاخص توده بدنی و دور کمر به باسن) هر آزمودنی در آزمایشگاه موردسنجش قرار گرفت. قد افراد با قدسنج سکا (ساخت آلمان) با دقت ۰/۵ و وزن افراد با ترازوی سکا و با دقت ۰/۱ کیلوگرم با حداقل لباس اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) به دست آمد. و برای اندازه‌گیری دور کمر، محیط شکم در محدوده ناف و برای اندازه‌گیری دور باسن، پهن‌ترین قسمت باسن با متر نواری اندازه‌گیری شد. سپس با تقسیم اندازه دور کمر به دور باسن اندازه WHR به دست آمد. آزمودنی‌های گروه مکمل به مدت شش هفته هر روز قبل از ناهار یک کپسول ۸۰ میلی‌گرمی نانوکورکومین (ساخت شرکت اکسیر نانسینا کشور ایران) مصرف کردند [۲۰]. گروه دارونما نیز کپسول‌های ۸۰ میلی‌گرمی حاوی نشاسته آماده‌شده دریافت می‌کردند؛ چنان‌که کپسول‌های دریافتی در هر دو گروه دارونما و مکمل از نظر اندازه یکسان بودند. توزیع و مصرف کپسول به صورت تصادفی و بدون اطلاع آزمودنی‌ها از سایر گروه‌ها صورت گرفت.

آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در محل آزمایشگاه شهید چمران اهواز حضور یافتند و از آن‌ها مقدار پنج میلی‌لیتر خون جهت اندازه‌گیری سطوح سرمی نیمرخ لیپیدی و CRP گرفته شد. نمونه خونی اول ۴۸ ساعت قبل از آغاز و نمونه دوم ۴۸ ساعت پس از پایان دوره شش هفته‌ای مکمل‌دهی گرفته شد. نمونه‌های خونی با سرعت سه هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و پس از جدا کردن سرم، در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در پژوهش حاضر سطوح CRP با استفاده از کیت تجاری بیومریکا ساخت کشور آلمان به روش الایزا و اجزای نیمرخ لیپیدی با استفاده از کیت بیونیک و به روش آنزیمی اندازه‌گیری شد.

داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ پردازش و تحلیل شدند. طبیعی بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیروویلیک بررسی شد. از آنجایی‌که داده‌ها طبیعی بودند، برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون تی وابسته و برای بررسی

شواهد اخیر نشان داده است که برخی از مؤلفه‌های رژیم‌غذایی مانند ادویه‌جات می‌توانند نقش اساسی در پیشگیری یا درمان چاقی و اختلالات متابولیک مرتبط با آن داشته باشند [۶]. در بین این ادویه‌ها، زردچوبه به دلیل داشتن ماده فعال کورکومین علاقه تحقیقاتی قابل توجهی دریافت کرده است. کورکومین دارای سمیت کمی است و طیف گسترده‌ای از عملکردهای دارویی از جمله اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد میکروبی و ضدسرطان را انجام می‌دهد [۸، ۹]. از طریق کاهش التهاب، تنظیم هموستاز کلسترول، کاهش LDL، پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش HDL بر نیمرخ لیپیدی اثر مثبت دارد [۱۰، ۱۱]. همچنین با افزایش فعالیت بتا اکسیداسیون و مهار فعالیت اسید چرب سنتتاز، منجر به کاهش ذخیره چربی در بدن شده و به گیرنده‌های LDL می‌چسبد و مانع جذب آن می‌شود [۱۲]. البته آکازاوا و همکاران، این اثر را در مطالعه خود تأیید نکردند و بیان کردند افزایش HDL بدون تغییر در وزن بدن، توده بدن و کلسترول تام، تری‌گلیسرید و گلوکز است [۱۳].

بایوم و همکاران نیز نشان دادند شش ماه مصرف کورکومین اثر قابل توجهی بر غلظت کلسترول سرم و تری‌گلیسرید ندارد [۱۴]. علاوه بر این، چندین مطالعه اثرات متضاد مصرف نانوکورکومین را بر شاخص‌های آنتروپومتریک (وزن بدن، شاخص توده بدنی^۱ و نسبت دور کمر به باسن گزارش کردند. برخی از کارآزمایی‌های بالینی تأثیر معنی‌داری از مصرف کورکومین را بر شاخص‌های ترکیب بدن و آنتروپومتریک ارائه دادند [۱۵، ۱۶]. در مقابل برخی از پژوهش‌ها هیچ تأثیر معنی‌داری از مصرف مکمل کورکومین بر وزن یا شاخص توده بدنی گزارش نکردند [۱۷-۱۹].

بنابراین از آنجا که، استراتژی‌های مدیریت وزن برای بهبود سلامت روان و جسم افراد چاق و دارای اضافه‌وزن از اهمیت زیادی برخوردار است و مرور نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که یافته‌ها دارای ابهامات فراوانی است؛ نیاز به تحقیقات بیشتری است. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته مکمل‌دهی نانوکورکومین بر نیمرخ لیپیدی، پروتئین و اکنتشگر C و شاخص‌های آنتروپومتریک دختران دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر نیمه‌تجربی و از نوع کاربردی با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود. افراد مورد مطالعه شامل ۲۴ نفر از دانشجویان دختر دارای اضافه‌وزن دانشگاه شهید چمران اهواز بودند که از بین کلیه دانشجویان دارای اضافه‌وزن این دانشگاه با میانگین سنی $22/48 \pm 1/64$ سال و شاخص توده بدنی $27/53 \pm 3/29$ کیلوگرم بر متر مربع به طور هدفمند انتخاب شدند.

ابتدا اطلاعات و آگاهی لازم درباره چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن به آزمودنی‌ها داده شد. معیارهای دیگر ورود به تحقیق

1. Body mass index (BMI)

تغییرات بین گروهی از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح معنی داری نیز $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آماری مربوط به تغییرات آنترپومتریک و ترکیب بدن در پیش و پس آزمون در جدول شماره ۱ ارائه شده است. در شاخص‌های ترکیب بدن (شامل وزن بدن، شاخص توده بدنی، نسبت دور کمر به باسن) بر اساس آزمون تی وابسته و تی مستقل (به ترتیب تغییرات درون گروهی و بین گروهی) تغییرات معنی داری مشاهده نشد ($P \geq 0.05$). همچنین تغییرات درون گروهی و بین گروهی در شاخص‌های نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام، تری گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال و لیپوپروتئین با چگالی بالا) و پروتئین واکنشگر C (جدول شماره ۲) در دو گروه مکمل و دارونما وجود نداشت ($P \geq 0.05$).

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد شش هفته مصرف مکمل نانوکورکومین، سبب تغییر معناداری در شاخص نیمرخ لیپیدی، پروتئین واکنشگر (CRP) و شاخص‌های آنترپومتریک (وزن، شاخص توده بدنی "BMI" و دور کمر به باسن "WHR") در دختران دارای اضافه وزن نمی‌شود که با نتایج پژوهش محمدی و همکاران، یانگ و همکاران و محمدی و همکاران که نشان دادند مصرف مکمل کورکومین تأثیری بر شاخص‌های آنترپومتریک ندارد، همسو است [۱۷، ۱۸، ۲۱] و با پژوهش‌های انجام شده توسط پناهی و همکاران،

دی‌پیرو و همکاران، رحیمی و همکاران ناهمسوست [۱۵، ۱۶، ۲۲]. از جمله دلایل ناهمسویی با مطالعه دی‌پیرو و همکاران این بود که هر چند آزمودنی‌های هر دو تحقیق افراد دارای اضافه وزن بودند، با این حال نمونه‌ها در تحقیق مذکور دچار سندرم متابولیک بودند و در طی دوره ۳۰ روزه مکمل دهی و همچنین ۳۰ روز قبل از آن، مداخلاتی در سبک زندگی آزمودنی‌ها رعایت می‌شده است؛ به عنوان مثال ۵۰۰ کیلوکالری محدودیت کالری در روز و همچنین ۲۱۰ دقیقه فعالیت بدنی در هفته را می‌توان ذکر کرد، چنان که در تحقیق حاضر محدودیت کالری و فعالیت بدنی منظم انجام نشده است. در پژوهش‌های پناهی و همکاران نیز علاوه بر آنکه آزمودنی‌ها افراد دیابتی بودند، دُز مکمل کورکومین هزار میلی گرم در روز در طی دوره سه ماهه تحقیق بود، در حالی که در تحقیق حاضر دُز مصرفی مکمل ۸۰ میلی گرم در روز در یک دوره شش هفته‌ای بود.

سعادت و همکاران نیز طی مطالعه‌ای نشان دادند وزن و شاخص توده بدنی در افراد دارای کبد چرب غیرالکلی به طور معنی داری در هر دو گروه مکمل (۱۵۰۰ میلی گرم در روز) و دارونما کاهش معنی داری پس از ۱۲ هفته دارد، اما این تغییرات بین دو گروه معنی دار نبود و نسبت دور کمر به باسن فقط در گروه مکمل به طور معنی داری کاهش یافت [۲۳]. سازمان بهداشت جهانی اندازه دور کمر ۹۴-۱۰۱/۹ سانتی متر در مردان و ۸۰-۸۷/۹ سانتی متر در زنان و نسبت دور کمر به باسن بزرگ‌تر از ۰/۸ در زنان و ۰/۹ در مردان را معادل با مقادیر شاخص توده بدن در محدوده اضافه وزن (۲۵-۳۰ کیلوگرم بر مترمربع) معرفی کرده است [۲۴].

جدول ۱. شاخص‌های تن‌سنجی و آنترپومتریک آزمودنی‌های تحقیق

متغیر	گروه	P	
		پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	مکمل	۲۲/۶۴±۰/۸۸	-
	دارونما	۲۲/۳۳±۲/۴	-
قد (cm)	مکمل	۱۶۱/۲۵±۰/۹۴	-
	دارونما	۱۵۷/۶۶±۱/۴۵	-
وزن (kg)	مکمل	۷۱/۱±۲/۹	۰/۱۷
	دارونما	۶۷/۹۳±۴/۴۸	۱
BMI (kg/m ²)	مکمل	۲۷/۷۳±۲/۷۲	۰/۱۱
	دارونما	۲۷/۳۳±۳/۸۶	۰/۹۸
WHR	مکمل	۰/۸۵±۰/۰۱	۰/۳۹
	دارونما	۰/۸۶±۰/۰۱	۱

جدول ۲. مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی شاخص‌های بیوشیمیایی نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنشگر C (CRP)

متغیر	گروه	(میانگین \pm انحراف استاندارد)		P
		پس‌آزمون	پیش‌آزمون	
کلسترول (mg/dl)	مکمل	۱۶۳/۱۷ \pm ۹/۷	۱۶۲/۷ \pm ۹/۵	۰/۵۴
	دارونما	۱۶۰/۸ \pm ۷/۷۷	۱۶۰/۷ \pm ۷/۷۱	
TG (mg/dl)	مکمل	۱۰۲/۵۸ \pm ۶/۲۳	۱۰۲/۱ \pm ۶/۰۳	۰/۳۷
	دارونما	۱۰۷/۳۵ \pm ۶/۴۳	۱۰۷/۲۱ \pm ۶/۵	
HDL (mg/dl)	مکمل	۴۴/۹ \pm ۴/۳۳	۴۵/۶۸ \pm ۴/۰۲	۰/۳۵
	دارونما	۳۹/۳ \pm ۷/۴۴	۳۹/۴۵ \pm ۲/۴۱	
LDL (mg/dl)	مکمل	۹۷/۵۳ \pm ۱۰	۹۷/۱ \pm ۹/۹	۰/۴۲
	دارونما	۱۰۰/۰۲ \pm ۷/۴۱	۹۹/۸ \pm ۷/۴	
VLDL (mg/dl)	مکمل	۲۰/۵ \pm ۱/۳۴	۲۰/۴ \pm ۱/۲	۰/۳۷
	دارونما	۲۱/۴۶ \pm ۱/۲۸	۲۱/۴۴ \pm ۱/۳	
CRP	مکمل	۱/۲۶ \pm ۰/۳۶	۱/۲۱ \pm ۰/۳۵	۰/۰۶
	دارونما	۱/۶۹ \pm ۰/۲۳	۱/۶۸ \pm ۰/۲۲	

بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی به ترتیب براساس آزمون تی وابسته و تی مستقل

با تأثیر آن بر هورمون‌ها ارتباط دارد. متاآنالیزهای قبلی گزارش دادند که مصرف کورکومین می‌تواند لپتین را کاهش و سطح آدیپونکتین را افزایش دهد، از این طریق اشتها و هومئوستاز انرژی را تعدیل می‌کند. از طرف دیگر، تولید بیش از حد هورمون آدیپونکتین با فعال کردن AMPK می‌تواند باعث افزایش استفاده از گلوکز و اکسیداسیون اسیدهای چرب شود که به نوبه خود، کاهش وزن را تسهیل می‌کند [۲۹]. با این حال در تحقیق حاضر مصرف یک دوره شش هفته‌ای مصرف مکمل کورکومین بر کاهش وزن و شاخص توده بدنی تأثیر معنی‌داری نداشت که ممکن است ناشی از طول دوره کوتاه مکمل‌دهی باشد.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر، بهبود شاخص‌های نیمرخ لیپیدی (کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسرید، LDL و افزایش HDL) و CRP پس از شش هفته مکمل‌دهی نانو کورکومین بود؛ هرچند که این تغییرات معنادار نبود که با نتایج سهایبی و همکاران که تأثیر شش هفته مکمل کورکومین را بر سطوح نیمرخ لیپیدی زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک مورد بررسی قرار دادند و هیچ تغییری مشاهده نکردند [۳۰] همسو بود. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر بوام و همکاران نیز نشان داد که مصرف شش ماه مکمل

لیسنر و همکاران بیان کردند که دور کمر رابطه قوی و مستقیمی با خطر بیماری قلبی کرونری دارد و بزرگ بودن دور کمر با دقت بالایی هم چاقی کلی و هم چاقی مرکزی بدن را نشان می‌دهد [۲]. با این حال در تحقیق حاضر تغییراتی در این شاخص مشاهده نشد. مکانیسم دقیقی که از طریق آن کورکومین ممکن است بر وزن بدن و BMI تأثیر بگذارد، هنوز شناخته نشده است. با این حال، کورکومین آنزیم Janus Kinase (JNK) را تنظیم می‌کند که نشان داده شده است نقش اساسی در پاتوژنز چاقی دارد [۲۵، ۸]. کورکومین همچنین ممکن است آنزیم 11 β HSD1 که کورتیزول را فعال می‌کند، مهار کند [۲۶].

غلظت بالاتر کورتیزول در سلول‌های چربی باعث چاقی مرکزی می‌شود [۲۷]. کورکومین همچنین چاقی را از طریق مهار تمایز چربی در مراحل اولیه از طریق سرکوب فاکتور رونویسی پراکسیزوم پرولیفراتور - فعال شده گیرنده c-PPAR (PPAR-c) و با افزایش پروتئین کیناز فعال شده با مونوفسفات متعاقب لیپولیز کاهش می‌دهد [۲۶]. علاوه بر این، برخی مطالعات قبلی نشان داده‌اند که مکمل کورکومین ممکن است هزینه انرژی را کاهش دهد [۲۸، ۸].

مکانیسم احتمالی دیگر تأثیر زردچوبه / کورکومین بر چاقی

سلول‌ها و جذب و توزیع کورکومین در بافت‌ها برای فعالیت‌های بیولوژیکی آن مهم است [۳۴، ۳۸].

نتیجه‌گیری

مصرف یک دوره کوتاه‌مدت (شش هفته‌ای) مکمل کورکومین منجر به ایجاد تغییرات معنی‌دار بر شاخص‌های آنتروپومتریک بدن، سطوح نیمرخ لیپیدی و پروتئین واکنشگر C در دختران دارای اضافه‌وزن نشد. از این رو مصرف طولانی‌مدت و دُزهای متفاوت این مکمل توصیه می‌شود.

از جمله نقاط قوت تحقیق حاضر می‌توان به استفاده از مکمل نانوکورکومین اشاره کرد که دارای فراهم‌زیستی بالایی است. از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر نیز طول دوره کوتاه مکمل‌دهی و تعداد اندک آزمودنی‌ها بود؛ از این رو توصیه می‌شود چنین مطالعه‌ای با طول دوره طولانی‌تر، دُزهای متفاوت و تعداد آزمودنی‌های بیشتری اجرا شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این طرح با کد اخلاق EE/96.24.3.85899/scu.ac.ir از کمیته اخلاق دانشگاه شهید چمران اهواز و کد بالینی IRCT20180927041150N1 در مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی ثبت شده است.

حامی مالی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی است که در دانشگاه شهید چمران اهواز به تصویب رسیده است و کلیه هزینه‌های آن را معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین کرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش پژوهش و نمونه‌گیری: سمیه فخری؛ تحلیل داده‌ها: فاطمه فخری و سمیه فخری؛ نگارش متن و بازبینی: فاطمه فخری، سعید شاکریان و علی اکبر علی‌زاده؛ نظارت و مدیریت پروژه: سمیه فخری.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند هیچ‌گونه تعارض منافی در مقاله حاضر وجود ندارد.

کورکومین در نیمرخ لیپیدی افراد سالمند تغییرات معنی‌داری ایجاد نمی‌کند. آن‌ها ارتباط مثبتی بین غلظت کلسترول و جذب کورکومین یافتند [۱۴]. همچنین یک مطالعه سیستمیک و متاآنالیز هیچ تغییر معنی‌داری از تأثیر مصرف مکمل کورکومین بر سطوح نیمرخ لیپیدی مشاهده نکرد [۳۱].

با این حال برخی تحقیقات تأثیرات مکمل کورکومین را بر نیمرخ لیپیدی گزارش کرده‌اند؛ چنان‌که یک کارآزمایی متقاطع پس از ۳۰ روز مصرف مکمل کورکومین کاهش معنی‌دار سطوح سرمی تری‌گلیسرید را در افراد چاق گزارش داد، در حالی که در سایر اجزای نیمرخ لیپیدی تغییری مشاهده نشد [۲۲]. همچنین در پژوهشی دیگر تیریزی و همکاران نشان دادند مصرف مکمل کورکومین منجر به کاهش معنی‌دار تری‌گلیسرید و کلسترول تام شد، ولی بر سطوح HDL و LDL تأثیری نداشت [۳۲]. تحقیقات نشان داده‌اند کورکومین مانع از تشکیل رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود و اثرات آنتی‌اکسیدانی آن ممکن است در کاهش پیشرفت و عوارض التهاب و هایپرلیپیدمی مؤثر باشد. همچنین کورکومین فعالیت اسیدهای چرب سنتاز (FAS) را مهار می‌کند و باعث تقویت اکسیداسیون β -اسیدهای چرب می‌شود؛ در نتیجه می‌تواند منجر به کاهش مؤثر ذخایر چربی شود و با استفاده از این مکانیسم، کورکومین می‌تواند متابولیسم لیپیدها را تنظیم کند [۳۴].

از دیگر نتایج تحقیق حاضر می‌توان به بهبود سطوح CRP سرمی پس از شش هفته مصرف مکمل نانوکورکومین اشاره کرد، با این حال تغییرات معنی‌دار نبود که با تحقیق سهایی و همکاران [۲۸] همسو و با تحقیق شادکام و همکاران [۳] که نشان دادند مصرف روزانه یک گرم زردچوبه منجر به کاهش معنی‌دار سطح CRP می‌شود و همچنین با تحقیق هولت و همکاران که کاهش سطح CRP را نشان دادند [۳۵] ناهم‌سوست. همچنین موش‌های پلی‌کیستیک درمان‌شده با کورکومین کاهش در سطح CRP پس از ۱۴ روز را نشان دادند [۳۱]. تحقیقات نشان داده‌اند کورکومین پاسخ‌های التهابی را از طریق کاهش فعالیت آنزیم سیکلواکسیژناز ۲، لیپواکسیژناز و آنزیم نیترواکساید سنتاز و کاهش تولید سایتوکاین‌های التهابی از جمله فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا ($\text{TNF-}\alpha$)، اینترلوکین ۱، ۲، ۶، ۸ و ۱۲ کاهش می‌دهد، همچنین مانع از بیان فاکتور هسته‌ای (NF-KB)، آنزیم سیکلواکسیژناز و آنزیم نیترواکساید سنتاز می‌شود و از این طریق فرایند التهاب و تومورزایی را مهار می‌کند [۳۶].

با این حال ممکن است ناهمخوانی نتایج تحقیق حاضر با تحقیق هولت و همکاران به دلیل مسیرهای متابولیسم لیپیدی متفاوت در حیوانات (به عنوان مثال موش و رت) باشد، بنابراین این مطالعات نمی‌توانند به آسانی به انسان تعمیم داده شوند [۳۷]. همچنین یک دلیل احتمالی دیگر برای عدم معنی‌داری نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات مذکور، احتمالاً مدت مطالعه، نوع و دُز مکمل کورکومین باشد؛ همچنین غلظت‌ها، شرایط و انواع مختلف



References

- [1] Panzhinskiy E, Bashir R, Bagchi D, Nair S. Effect of curcumin and α -lipoic acid in attenuating weight gain and adiposity. *Journal of the American College of Nutrition*. 2019; 38(6):493-8. [DOI:10.1080/07315724.2018.1557572] [PMID]
- [2] Lira FS, Yamashita AS, Uchida MC, Zanchi NE, Gualano B, Martins Jr E, et al. Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2010; 2:31. [DOI:10.1186/1758-5996-2-31] [PMID] [PMCID]
- [3] Shadkam T, Nazarali P, Bijeh N. [The effect of aerobic exercises combined with curcuma longa supplementation on cardiovascular inflammatory indexes and body composition in sedentary women (Persian)]. *Journal of Sport Biosciences*. 2016; 8(2):193-206. [DOI:10.22059/JSB.2016.59095]
- [4] Kheirandish R, Ranjbar R, Veisi A. [The response of Irisin serum and insulin resistance to acute Pilates training sessions Pilates training in obese sedentary women (Persian)]. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*. 2019; 8(4):1056-67. <http://journal.fums.ac.ir/article-1-1634-en.html>
- [5] Gotto Jr AM. High-density lipoprotein cholesterol and triglycerides as therapeutic targets for preventing and treating coronary artery disease. *American Heart Journal*. 2002; 144(6 Suppl):S33-S42. [DOI:10.1067/mhj.2002.130301] [PMID]
- [6] Alappat L, Awad AB. Curcumin and obesity: Evidence and mechanisms. *Nutrition Reviews*. 2010; 68(12):729-38. [DOI:10.1111/j.1753-4887.2010.00341.x] [PMID]
- [7] Atashak S. [The effect of eight weeks of Pilates training on C-reactive protein, insulin resistance, and body composition in middle-aged obese women (Persian)]. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2018; 17(5):421-34. <http://journal.rums.ac.ir/article-1-3997-en.html>
- [8] Mousavi SM, Milajerdi AR, Kord Varkaneh H, Gorjipour MM, Esmailzadeh A. The effects of curcumin supplementation on body weight, body mass index and waist circumference: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020; 60(1):171-80. [DOI:10.1080/10408398.2018.1517724] [PMID]
- [9] Maheshwari RK, Singh AK, Gaddipati J, Srimal RC. Multiple biological activities of curcumin: A short review. *Life Sciences*. 2006; 78(18):2081-7. [DOI:10.1016/j.lfs.2005.12.007] [PMID]
- [10] El-Wakf AM, El-Habibi ESM, Mogalli A. Curcumin acts as cardiovascular protector via improving leptin and insulin resistance in obese male rats. *The Journal of American Science*. 2013; 9(3):397-405. http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0903/064_16586am0903_397_405.pdf
- [11] Kapakos G, Youreva V, Srivastava AK. Cardiovascular protection by curcumin: Molecular aspects. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*. 2012; 49(5):306-15. [PMID]
- [12] Adab Z, Eghtesadi Sh, Vafa MR, Heydari I, Shojaei A, Haqqani H, et al. Effect of turmeric on body measurement indices, glycemic condition, and lipid profile in hyperlipidemic patients with type 2 diabetes. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2013; 8(3):217-27. <http://nsft.sbm.ac.ir/article-1-1440-en.html>
- [13] Akazawa N, Choi Y, Miyaki A, Tanabe Y, Sugawara J, Ajisaka R, et al. Curcumin ingestion and exercise training improve vascular endothelial function in postmenopausal women. *Nutrition Research*. 2012; 32(10):795-9. [DOI:10.1016/j.nutres.2012.09.002] [PMID]
- [14] Baum L, Cheung SKK, Mok VCT, Lam LCW, Leung VPY, Hui E, et al. Curcumin effects on blood lipid profile in a 6-month human study. *Pharmacological Research*. 2007; 56(6):509-14. [DOI:10.1016/j.phrs.2007.09.013] [PMID]
- [15] Rahimi HR, Mohammadpour AH, Dastani M, Jaafari MR, Abnous Kh, Ghayour Mobarhan M, et al. The effect of Nano-curcumin on HbA1c, fasting blood glucose, and lipid profile in diabetic subjects: A randomized clinical trial. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2016; 6(5):567-77. [PMID] [PMCID]
- [16] Panahi Y, Khalili N, Sahebi E, Namazi S, Saberi Karimian M, Majeed M, et al. Antioxidant effects of curcuminoids in patients with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled trial. *Inflammopharmacology*. 2017; 25(1):25-31. [DOI:10.1007/s10787-016-0301-4] [PMID]
- [17] Mohammadi A, Sahebkar AH, Iranshahi M, Amini M, Khojasteh R, Ghayour-Mobarhan M, et al. Effects of supplementation with curcuminoids on dyslipidemia in obese patients: A randomized crossover trial. *Phytotherapy Research*. 2013; 27(3):374-9. [DOI:10.1002/ptr.4715] [PMID]
- [18] Yang YS, Su YF, Yang HW, Lee YH, Chou JI, Ueng KC. Lipid-lowering effects of curcumin in patients with metabolic syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Phytotherapy Research*. 2014; 28(12):1770-7. [DOI:10.1002/ptr.5197] [PMID]
- [19] Campbell MS, Berrones AJ, Krishnakumar IM, Charnigo RJ, Westgate PM, Fleenor BS. Responsiveness to curcumin intervention is associated with reduced aortic stiffness in young, obese men with higher initial stiffness. *Journal of Functional Foods*. 2017; 29:154-60. [DOI:10.1016/j.jff.2016.12.013]
- [20] Amirkhani Z, Azarbayjani MA, Matin Homaei H, Peeri M. Effect of combining resistance training and curcumin supplementation on liver enzyme in inactive obese and overweight females. *Iranian Journal of Diabetes and Obesity*. 2016; 8(3):107-14. <http://ijdo.ssu.ac.ir/article-1-305-en.html>
- [21] Mohammadi A, Sadeghnia HR, Saberi-Karimian M, Safarian H, Ferns GA, Ghayour-Mobarhan M, et al. Effects of curcumin on serum vitamin E concentrations in individuals with metabolic syndrome. *Phytotherapy Research*. 2017; 31(4):657-62. [DOI:10.1002/ptr.5779] [PMID]
- [22] Di Piero F, Bressan A, Ranaldi D, Rapacioli G, Giacomelli L, Bertuccioli A. Potential role of bioavailable curcumin in weight loss and omental adipose tissue decrease: Preliminary data of a randomized, controlled trial in overweight people with metabolic syndrome. Preliminary study. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2015; 19(21):4195-202. [PMID]
- [23] Saadati S, Hatami B, Yari Z, Shahrbaf MA, Eghtesad S, Mansour A, et al. The effects of curcumin supplementation on liver enzymes, lipid profile, glucose homeostasis, and hepatic steatosis and fibrosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2019; 73(3):441-9. [DOI:10.1038/s41430-018-0382-9] [PMID]
- [24] Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist: Hip ratio as predictors of cardiovascular risk-a review of the literature. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2010; 64(1):16-22. [DOI:10.1038/ejcn.2009.68] [PMID]
- [25] Wang SL, Li Y, Wen Y, Chen YF, Na LX, Li ST, et al. Curcumin, a potential inhibitor of up-regulation of TNF-alpha and IL-6 induced by palmitate in 3T3-L1 adipocytes through NF-kappaB and JNK pathway. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2009; 22(1):32-9. [DOI:10.1016/S0895-3988(09)60019-2]
- [26] Hu GX, Lin H, Lian QQ, Zhou SH, Guo J, Zhou HY, et al. Curcumin as a potent and selective inhibitor of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase 1: Improving lipid profiles in high-fat-diet-treated rats. *PLoS One*. 2013; 8(3):e49976. [DOI:10.1371/journal.pone.0049976] [PMID] [PMCID]

- [27] Kumari M, Chandola T, Brunner E, Kivimaki M. A nonlinear relationship of generalized and central obesity with diurnal cortisol secretion in the Whitehall II study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2010; 95(9):4415-23. [DOI:10.1210/jc.2009-2105] [PMID] [PMCID]
- [28] Bradford PG. Curcumin and obesity. *BioFactors*. 2013; 39(1):78-87. [DOI:10.1002/biof.1074] [PMID]
- [29] Jafarirad S, Mansoori A, Adineh A, Panahi Y, Hadi A, Goodarzi R. Does turmeric/curcumin supplementation change anthropometric indices in patients with non-alcoholic fatty liver disease? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Nutrition Research*. 2019; 8(3):196-208. [DOI:10.7762/cnr.2019.8.3.196] [PMID] [PMCID]
- [30] Sohaei S, Amani R, Tarrahi MJ, Ghasemi-Tehrani H. The effects of curcumin supplementation on glycemic status, lipid profile and hs-CRP levels in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*. 2019; 47:102201. [DOI:10.1016/j.ctim.2019.102201] [PMID]
- [31] Kocher A, Bohnert L, Schiborr C, Frank J. Highly bioavailable micellar curcuminoids accumulate in blood, are safe and do not reduce blood lipids and inflammation markers in moderately hyperlipidemic individuals. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2016; 60(7):1555-63. [DOI:10.1002/mnfr.201501034] [PMID]
- [32] Ramírez-Boscá A, Soler A, Carrión MA, Díaz-Alper J, Bernd A, Quintanilla C, et al. An hydroalcoholic extract of *Curcuma longa* lowers the apo B/apo A ratio: implications for atherogenesis prevention. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2000; 119(1-2):41-7. [DOI:10.1016/S0047-6374(00)00169-X]
- [33] Tabrizi R, Vakili S, Lankarani KB, Akbari M, Mirhosseini N, Ghayour-Mobarhan M, et al. The effects of curcumin on glycemic control and lipid profiles among patients with metabolic syndrome and related disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Current Pharmaceutical Design*. 2018; 24(27):3184-99. [DOI:10.2174/1381612824666180828162053] [PMID]
- [34] Zingg JM, Hasan ST, Meydani M. Molecular mechanisms of hypolipidemic effects of curcumin. *BioFactors*. 2013; 39(1):101-21. [DOI:10.1002/biof.1072] [PMID]
- [35] Holt PR, Katz S, Kirshoff R. Curcumin therapy in inflammatory bowel disease: A pilot study. *Digestive Diseases and Sciences*. 2005; 50(11):2191-3. [DOI:10.1007/s10620-005-3032-8] [PMID]
- [36] Jurenka JS. Anti-inflammatory properties of curcumin, a major constituent of *Curcuma longa*: A review of preclinical and clinical research. *Alternative Medicine Review*. 2009; 14(2):141-53. [PMID]
- [37] Sahebkar AH. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials investigating the effects of curcumin on blood lipid levels. *Clinical Nutrition*. 2014; 33(3):406-14. [DOI:10.1016/j.clnu.2013.09.012] [PMID]
- [38] Anand P, Kunnumakkara AB, Newman RA, Aggarwal BB. Bioavailability of curcumin: Problems and promises. *Molecular Pharmaceutics*. 2007; 4(6):807-18. [DOI:10.1021/mp700113r] [PMID]