

Possible Effect of Pilates Exercises and Vitamin D on Renal Function Parameters in Overweight Men: A Randomized Clinical Trial

Bijan Nemati Cherati¹ , Masoumeh Habibian^{1*} 

¹ Department of Physical Education and Sports Sciences, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, Iran.

*Corresponding Author:
Masoumeh Habibian;
Department of Physical Education and Sports Sciences, Qaemshahar Branch, Islamic Azad University, Qaemshahar, Iran.

Email:
habibian_m@yahoo.com

Received: 23 Apr, 2020
Accepted: 9 Sep, 2020

Abstract

Background and Objectives: Obesity and vitamin D deficiency have been recognized as important risk factors for chronic kidney disease. The use of safe and low-risk non-pharmacological interventions is recommended to reduce and or prevent chronic diseases. The current study aimed to assess the effect of Pilates training and vitamin D on renal function parameters in overweight men.

Methods: This quasi-experimental study was conducted on 50 overweight men within the age range of 45-55 years. The participants were selected using convenience sampling and assigned to the groups of Pilates training, Pilates training+ vitamin D supplementation, vitamin D supplementation, and control groups. The Pilates training and Pilates training+ vitamin D supplementation groups performed Pilates programs for 8 weeks (with the intensity of 50-75% of reserve heart rate, 3sessions/week). vitamin D and Pilates training+ vitamin D groups also received 50000 units of oral vitamin D weekly. Blood urea, uric acid, creatinine, and glomerular filtration rate (GFR) were measured before and after the interventions. The data were analyzed using the paired t-test, one way ANOVA, and Kruskal Wallis tests ($p < 0.05$).

Results: As evidenced by the obtained results, 8 weeks of Pilates training, vitamin D intake, and the combined intervention were associated with a significant increase in GFR and a decrease in the urea, uric acid, and creatinine levels ($P < 0.05$). Furthermore, the combined intervention brought more improvement to these variables, compared to the two other interventions ($P < 0.05$).

Conclusion: It seems that both vitamin D supplementation and Pilates training interventions may lead to an improvement in the renal function of overweight individuals with abnormal vitamin D status by increasing GFR and decreasing urea, uric acid, and creatinine levels. Nonetheless, the combined intervention is associated with stronger effects.

Keywords: Glomerular filtration rate; Overweight; Pilates training; Renal function; Vitamin D.

DOI: 10.29252/qums.14.7.1

تأثیر احتمالی تمرینات پیلاتس و ویتامین D بر شاخص‌های عملکرد کلیوی در مردان دارای اضافه‌وزن: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

بیژن نعمتی چراتی^۱ ID، معصومه حبیبیان^{۱*} ID

چکیده

زمینه و هدف: چاقی و کمبود ویتامین D عوامل خطرزای مهمی برای بیماری‌های مزمن کلیوی محسوب می‌شوند. استفاده از مداخله‌های دارویی ایمن و کم‌خطر برای کاهش یا پیشگیری از بیماری‌های مزمن توصیه می‌شود. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرینات پیلاتس و ویتامین D بر شاخص‌های عملکرد کلیوی در مردان دارای اضافه‌وزن بود.

روش بررسی: این مطالعه نیمه‌تجربی روی ۵۰ مرد دارای اضافه‌وزن ۴۵ تا ۵۵ ساله انجام شد. آزمودنی‌ها به‌صورت در دسترس انتخاب و سپس به‌طور تصادفی به گروه‌های تمرین پیلاتس، تمرین پیلاتس+ویتامین D، ویتامین D و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرین و ترکیبی، ۸ هفته تمرینات پیلاتس را (با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره، ۳ جلسه در هفته) انجام دادند. گروه‌های ویتامین D و ترکیبی، ۵۰ هزار واحد ویتامین D در هفته مصرف کردند. سطوح اوره، اسیداوریک، کراتینین و میزان فیلتراسیون گلومرولی (GFR: Glomerular Filtration Rate) قبل و پس از مداخله‌ها اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی، آنوای یک‌طرفه و کروسکال والیس استفاده شد ($P < 0/05$).

یافته‌ها: بر اساس یافته‌ها ۸ هفته تمرین پیلاتس، مصرف ویتامین D و مداخله ترکیبی با افزایش سطوح فیلتراسیون گلومرولی و کاهش اوره، اسیداوریک و کراتینین همراه بود ($P < 0/05$). همچنین مداخله ترکیبی با تغییرات بیشتر این متغیرها در مقایسه با دو مداخله درمانی دیگر همراه بود ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد هر دو مداخله مصرف ویتامین D و تمرین پیلاتس ممکن است به بهبود عملکرد کلیوی افراد دارای اضافه‌وزن با وضعیت غیرنرمال ویتامین D، به‌واسطه افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی، کاهش سطوح اوره، اسیداوریک و کراتینین منجر شوند، اما مداخله ترکیبی تأثیرات بیشتری دارد.

کلیدواژه‌ها: اضافه‌وزن؛ تمرین پیلاتس؛ عملکرد کلیوی؛ میزان فیلتراسیون گلومرولی؛ ویتامین D.

^۱ گروه تربیت‌بدنی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات:

معصومه حبیبیان؛ گروه تربیت‌بدنی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران.

آدرس پست الکترونیکی:

habibian_m@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۹

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Nemati Cherati B, Habibian M. Possible Effect of Pilates Exercises and Vitamin D on Renal Function Parameters in Overweight Men: A Randomized Clinical Trial. Qom Univ Med Sci J 2020;14(7):1-11. [Full Text in Persian]

مقدمه

امروزه چاقی به‌عنوان یک بیماری اپیدمی جهانی رو به افزایش با پیامدهای خطر ابتلا به دیابت، بیماری‌های مزمن کلیوی و قلبی عروقی همراه است. شاخص توده بدنی بالا یکی از مهم‌ترین عوامل خطرزای ابتلا به بیماری مزمن کلیوی است (۱). اثرات مخرب چاقی بر عملکرد کلیه ممکن است به‌طور غیرمستقیم از طریق بروز پرفشاری خون و دیابت یا به‌طور مستقیم به‌واسطه تولید چربی رخ دهد که سبب شروع التهاب، استرس اکسایشی، فعال‌سازی سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون و افزایش مقاومت انسولینی می‌شود (۲). در افرادی با سطوح طبیعی یا کاهش‌یافته میزان فیلتراسیون گلومرولی، افزایش شاخص توده بدن و دور کمر از جمله عوامل خطرزای مستقل برای کاهش میزان فیلتراسیون گلومرولی شناخته شده است (۳). در شرایط چاقی، فشارخون جبرانی و افزایش فشار داخل گلومرولی می‌تواند به کلیه‌ها آسیب برساند و در طولانی‌مدت خطر ابتلا به بیماری مزمن کلیوی و بروز گلومرولوپاتی را افزایش دهد. همچنین چاقی به‌عنوان یک عامل خطرزای نفرولیتیتازیس (سنگ‌های کلیوی) و بدخیمی‌هایی از جمله سرطان کلیه شناخته شده است (۱). بروز سنگ کلیه با منشأ اسیداوریک و هایپراورمی، در بیماران مبتلابه سندرم متابولیک و چاقی شایع‌تر است (۴).

از سوی دیگر کمبود ویتامین D یک عامل خطرزای مستقل بیماری قلبی عروقی و پیش‌بینی‌کننده بیماری‌های مزمن کلیوی شناخته شده است (۵). اختلال عملکرد کلیه با افزایش غلظت اسیداوریک و کاهش دفع کلیوی آن همراه است (۶). هورمون پاراتیروئید تأثیر بیولوژیکی قوی‌ای بر غلظت اسیداوریک دارد. درحالی‌که کمبود یا نقص ویتامین D می‌تواند آزادشدن هورمون پاراتیروئید را فعال سازد (۷)؛ اما اینکه ویتامین D ممکن است عملکرد پاراکرین خود را از طریق فعال‌سازی موضعی با ۱-هیدروکسیلاز و در نتیجه حفظ ایمنی، عملکرد عروقی و کاهش التهاب اعمال کند، توجه کمتری شده است. در کلیه‌ها، اهمیت ویتامین D ممکن است برای حفظ سلامت پدوسیت‌ها، جلوگیری از تحول اپیتلیالی به مزانشیمی و سرکوب بیان ژن رنین و التهاب مهم باشد (۸).

محققان نشان داده‌اند وقوع بیماری مرحله انتهایی کلیوی در

افرادی با سطوح سرمی ۲۵-هیدروکسی ویتامین D کمتر از ۱۵ نانوگرم در میلی‌لیتر، ۲/۶ بار بیشتر از افرادی با سطوح بیش از این بوده است (۹). همچنین ارتباط بین کمبود ویتامین D با کاهش میزان فیلتراسیون گلومرولی (۱۰) و ارتباط معکوس بین اسیداوریک و ۲۵-هیدروکسی ویتامین D (۱۱) گزارش شده است. هنگامی که ویتامین D در بافت چربی به دام می‌افتد، دسترسی به آن برای فرایندهای بیولوژیکی بدن کاهش می‌یابد (۱۲). از نظر متابولیسمی شاخص توده بدنی زیاد با خطر بیشتر بیماری مزمن کلیوی همراه است. تمرینات ورزشی می‌توانند به کاهش توده چربی منجر شوند (۱) و انجام بیشتر فعالیت بدنی در اوقات فراغت اختلال عملکرد کلیوی را کاهش می‌بخشد (۱۳). سطوح ترکیبات نیتروژن‌دار کراتینین، اوره و اسیداوریک خون و میزان تصفیه گلومرولی نشان‌دهنده تغییرات پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی کلیه‌هاست و تغییرات این شاخص‌ها پس از یک دوره طولانی فعالیت‌های ورزشی می‌تواند بیانگر تأثیر ورزش بر عملکرد کلیوی باشد (۱۴). با این حال نتایج متناقضی در زمینه تأثیر فعالیت ورزشی بر عملکرد کلیوی افراد مختلف وجود دارد (۱۵-۱۸).

امروزه شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی به‌عنوان یک مداخله غیردارویی ایمن و کم‌خطر برای پیشگیری یا درمان برخی از بیماری‌های مزمن توصیه می‌شود. به اعتقاد محققان فعالیت ورزشی ممکن است در حفظ وضعیت ویتامین D، بیشتر از قرارگیری در معرض نور خورشید مداخله کند (۱۵). علاوه بر این، سطوح کمتر ویتامین D در افراد چاق تأیید شده است و آن‌ها برای رسیدن به وضعیتی مشابه با افراد دارای وزن طبیعی، به دُزهای بیشتر ویتامین D نیاز دارند (۱۴). لذا با توجه به فراوانی شیوع کمبود ویتامین D، ارتباط نارسایی‌های کلیوی با کمبود ویتامین D (۹-۱۱) و اهمیت شاخص‌های عملکرد کلیوی در تعیین سلامت کلیه‌ها، انجام مطالعات بیشتر در خصوص روش‌های غیردارویی کم‌خطر مانند انجام فعالیت‌های منظم ورزشی، مصرف مکمل ویتامین D در افراد دارای اضافه‌وزن که عموماً زندگی کم‌تحرکی دارند، ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر اثرات هم‌زمان و صرف هر یک از مداخله‌های تمرین ورزشی و مصرف ویتامین D بر شاخص‌های عملکرد کلیوی مردان دارای اضافه‌وزن بررسی شد.

روش بررسی

این پژوهش نیمه‌تجربی با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل روی مردان بزرگسال غیرفعال دارای اضافه‌وزن (با شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۲۹ کیلوگرم بر مترمربع)، با دامنه سنی ۴۵ تا ۵۵ سال در سال ۱۳۹۸ انجام شد. این مطالعه در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20190831044650N2 تأیید شده است و کد اخلاق IR.IAU.BABOL.REC.1398.090 دارد. در ابتدا بر اساس امکانات تیم تحقیق، ۵۲ نفر از افراد داوطلب مراجعه‌کننده به باشگاه‌های ورزشی شهر قائم‌شهر که معیارهای ورود به مطالعه را داشتند، به‌صورت در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. سپس به‌صورت تصادفی ساده به چهار گروه کنترل، تمرین پیلاتس، ویتامین D و تمرین پیلاتس+ویتامین D تقسیم شدند (۱۳ نفر در هر گروه). معیارهای ورود به مطالعه داشتن اضافه‌وزن، داشتن سطوح ناکافی (بین ۲۰ تا ۲۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر) یا نقص ویتامین D (کمتر از ۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر)، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته، توانایی انجام فعالیت ورزشی، مبتلانی بودن به بیماری‌های قلبی و عروقی، پرفشاری خون و بیماری‌های التهابی بود. استفاده از هرگونه داروی خاص یا مکمل و مصرف سیگار از جمله معیارهای خروج از مطالعه بودند. آزمودنی‌ها پس از احراز شرایط لازم برای ورود و تکمیل رضایت‌نامه کتبی، به تحقیق راه یافتند. آن‌ها مجاز بودند در صورت تمایل نداشتن به همکاری یا تحمل نکردن شرایط تحقیق، از ادامه همکاری انصراف دهند. با این وجود از گروه کنترل یک نفر به علت استفاده از مکمل و یک نفر از گروه تمرین پیلاتس به علت شرکت نکردن منظم در انجام تمرین ورزشی از مطالعه خارج شدند. بدین ترتیب تعداد آزمودنی‌های گروه‌های کنترل و تمرین پیلاتس به ۱۲ نفر در هر گروه کاهش یافت. تمام مراحل تحقیق زیر نظر متخصصان ورزشی با رعایت نکات اخلاقی، حفظ ایمنی و سلامت آزمودنی‌ها انجام شد.

پروتکل تمرینی

یک هفته قبل از شروع پژوهش توضیحات لازم برای آشنایی آزمودنی‌ها با چگونگی روند پژوهش داده شد. گروه‌های تمرین

و تمرین+ویتامین D، ۸ هفته تمرین پیلاتس به مدت ۶۰ تا ۷۵ دقیقه و ۳ جلسه در هفته انجام دادند. هر جلسه تمرین شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرینات پیلاتس و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. تمرینات پیلاتس با شدت کم آغاز و به تدریج توسعه یافت و شامل حرکات کششی پیشرفته، قدرت، تعادل، انعطاف‌پذیری و هماهنگی عصبی عضلانی بود و با تمرکز بر عضلات بزرگ بالاتنه و پایین‌تنه و در سه وضعیت ایستاده، نشسته، خوابیده انجام می‌شد. تمرینات گرم کردن شامل برخی از حرکات مانند ایستادن صحیح، احترام پیلاتس و تنفس، کشش دست و پای مخالف در حالت چهار دست‌وپا، مهره‌به‌مهره خوابیدن به پشت و برگشت، کیپ کردن قوس کمر و جمع کردن پاها، گربه ایستاده، مهره‌به‌مهره رفتن به حالت چهار دست‌وپا، چرخش دست‌ها، چرخش گردن و تمرینات سرد کردن نیز شامل حرکاتی مانند کشش ستون مهره‌ها، پیچ ستون مهره‌ها، کشش پشت پا، حرکت نخ در سوزن، سجده، تنفس جانبی، احترام پیلاتس بود که با تأکید بر دم و بازدم صحیح انجام شد. تمرینات اصلی (شامل پل سرشانه، کشش تک‌پا، کشش دوپا، کشش تک‌پا با پیچ بالاتنه، حرکت صد، دایره‌زدن با یک پا، بالا آوردن تک‌پا از پهلو، خم شدن از پهلو خوابیده، کبری، دارت و ستاره) در هفته اول با شدت ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره، یک ست و ۱۰ تکرار شروع شد و تا هفته هشتم با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره، ۴ ست و ۱۲ تکرار (با افزایش تدریجی ۵ درصد به شدت تمرین، یک ست و ۲ تکرار در هر دو هفته) ادامه یافت (۱۹). ضربان قلب ذخیره با استفاده از روش کارونن برای هر آزمودنی تعیین و در تمرینات با استفاده از ضربان‌سنج پولار کنترل و حداکثر ضربان قلب شرکت‌کنندگان با استفاده از رابطه «سن - ۲۲۰» محاسبه شد (۱۹، ۲۰).

مصرف مکمل

گروه‌های ویتامین D و ترکیبی (تمرین+ویتامین D)، کپسول ویتامین D، ۵۰ هزار واحد و گروه کنترل پرل حاوی پارافین خوراکی ساخت شرکت داروسازی زهراوی-ایران را که از نظر ظاهری کاملاً مشابه مکمل بود، به مدت ۸ هفته و یک بار در هفته همراه با غذا میل کردند که به‌صورت یک‌سوکور در اختیار آن‌ها

مترمربع سطح بدن محاسبه شد (۱۸).

$$eCr_{\text{r}} = \frac{(140 - \text{Age}) \times \text{Mass (in kilograms)} \times [0.85 \text{ if Female}]}{72 \times [\text{Serum Creatinine (in mg/dL)}]}$$

بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها به ترتیب جهت از طریق آزمون‌های های شاپیروویلک و لوین انجام شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون‌های تی زوجی و برای بررسی تغییرات بین‌گروهی تحلیل از آزمون‌های تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی توکی (از آزمون‌های کروسکال والیس و یو-من‌ویتی برای داده‌های غیرطبیعی) در سطح معناداری $P < 0.05$ استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ شاخص‌های آنتروپومتری آزمودنی‌های در وضعیت پایه نشان داده شده است که بر اساس نتایج آزمون‌های شاپیروویلک و تحلیل واریانس یک‌راهه آزمودنی‌ها در وضعیت پایه همسان بوده‌اند.

بر اساس یافته‌های تحقیق، ۴۰ درصد از آزمودنی‌ها سطوح ناکافی ویتامین D (بین ۲۰ تا ۲۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر) داشتند و ۶۰ درصد دیگر به کمبود ویتامین D مبتلا بودند (کمتر از ۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر). نتایج بررسی درون‌گروهی نشان داد ۸ هفته مصرف

قرار می‌گرفت (۲۱). همچنین میزان کالری دریافتی روزانه افراد محاسبه و طی جلسه‌ای با تک‌تک افراد مشاوره غذایی به‌منظور رعایت رژیم یکسان برای حفظ وزن انجام شد. به آزمودنی‌ها توصیه شد رژیم غذایی معمولی خود را طی دوره تحقیق (به‌ویژه در مراحل قبل از خون‌گیری) رعایت کنند.

نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها به دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه در دو مرحله پس‌آزمون و پیش‌آزمون (۴۸ ساعت پس از آخرین مداخله‌ها)، از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، در صبح جمع‌آوری شد. برای جداسازی سرمی نمونه‌های خونی به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس سرم حاصل به درون میکروتیوب ریخته شد و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق استفاده شد. مقادیر ۲۵- هیدروکسی ویتامین D با استفاده از کیت تجاری ۲۵-OH-Vitamin-D- ELIZA Kit ساخت شرکت Diagnostika GmbH و با حساسیت ۱/۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر، به روش آنزیم ایمنواسی اندازه‌گیری شد. سطوح کراتینین، اوره و اسیداوریک به ترتیب به‌صورت فتومتریک بدون حذف پروتئین و روش ژافه، اوره آز و رنگ‌سنجی اتوماتیک با دستگاه اتوآنالیزر بیوتکنیک مدل BT-3000 ساخت ایتالیا و کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. میزان فیلتراسیون گلوبولینی با استفاده از غلظت کراتینین و فرمول کاکروفت-گالت (Cockcroft-Gault formula) به‌ازای ۱/۷۳

جدول شماره ۱: میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتری و سطوح ۲۵- هیدروکسی ویتامین D در پیش‌آزمون

گروه	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۵-هیدروکسی ویتامین D (نانوگرم بر میلی‌لیتر)
تمرین پیلاتس	۱۸۱/۴ (۳/۵۸)	۹۳/۴۱ (۲/۷۸)	۴۸/۹۲ (۳/۵۸)	۲۸/۳۹ (۰/۸۷)	۱۷/۵۰ (۵/۴۲)
ارزش P°	۰/۱۹۹	۰/۲۵۲	۰/۱۴۴	۰/۸۰۷	۰/۸۳۳
ویتامین D	۱۸۰/۸۴ (۷/۳۰)	۹۲/۹۳ (۳/۱۲)	۴۹/۵۴ (۲/۳۷)	۲۸/۴۲ (۱/۰۱)	۱۸/۰۰ (۴/۶۵)
ارزش P°	۰/۶۹۶	۰/۳۴۶	۰/۱۲۸	۰/۴۶۴	۰/۴۰۰
تمرین پیلاتس+ویتامین D	۱۷۹/۷۷ (۱/۶۴)	۹۲/۳۱ (۴/۰۷)	۴۹/۰۰ (۳/۳۲)	۲۸/۵۱ (۱/۰۴)	۱۷/۶۱ (۴/۶۱)
ارزش P°	۰/۵۶۲	۰/۱۶۴	۰/۳۳۲	۰/۷۷۵	۰/۱۱۷
کنترل	۱۸۰/۰۸ (۲/۹۴)	۹۱/۹۲ (۳/۵۵)	۴۹/۵۸ (۲/۸۴)	۲۸/۳۳ (۰/۶۱)	۱۷/۷۵ (۴/۵۱)
ارزش P°	۰/۵۲۸	۰/۰۹۷	۰/۸۴۸	۰/۵۴۴	۰/۶۴۰
ارزش F	۰/۸۹۵	۰/۴۵۵	۱/۲۹۳	۰/۰۸۲	۰/۰۲۵
ارزش P°°	۰/۴۵۱	۰/۷۱۵	۰/۹۲۱	۰/۹۷۰	۰/۹۹۴

*: ارزش P حاصل از آزمون شاپیروویلک

** : ارزش P حاصل از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه

گروه‌های پژوهش اختلاف معناداری وجود داشته است (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی نشان داد در گروه تمرین + ویتامین D پس از ۸ هفته سطوح نیتروژن اوره ($P=0/006$)، اسیداوریک ($P<0/001$) و کراتینین ($p=0/001$) در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری کمتر و میزان فیلتراسیون گلوبولینی ($P=0/019$) بیشتر بود، اما سطوح اسیداوریک ($P=0/044$) و کراتینین ($P=0/020$) نسبت به گروه ویتامین D کمتر بود. علاوه‌براین، سطوح اوره ($P=0/009$) و اسیداوریک ($P=0/004$) در گروه تمرین و سطوح اسیداوریک و کراتینین ($P=0/009$) در گروه ویتامین D در مقایسه با گروه کنترل کمتر بود (جدول ۲).

مکمل ویتامین D، تمرینات پیلاتس و ترکیبی از تمرین پیلاتس و مکمل ویتامین D با کاهش در سطوح نیتروژن اوره، اسیداوریک، کراتینین و افزایش در میزان فیلتراسیون گلوبولینی مردان دارای اضافه‌وزن همراه بود. ارزش F محاسبه‌شده برای متغیرهای نیتروژن اوره ($F=0/617$) و $F=0/607$ ، اسیداوریک ($F=0/992$ و $P=0/405$)، کراتینین ($F=0/442$ و $F=0/708$) و میزان فیلتراسیون گلوبولینی ($F=0/331$) در مرحله پیش‌آزمون بیانگر عدم تفاوت معنادار بین میانگین‌های این متغیرها در وضعیت پایه بود. درحالی‌که بین میانگین این متغیرها در پس‌آزمون و درصد تغییرات میانگین‌ها در

جدول شماره ۲: مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی تغییرات متغیرهای مطالعه‌شده در سطوح پایه و بعد از ۸ هفته

مقایسه درون‌گروهی	درصد تغییرات	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	گروه‌ها	متغیر
$P<0/001$	#-۶/۸۶ (۲/۷۲)	#۱۷/۳۳ (۱/۵۶)	۱۸/۵۰ (۱/۴۵)	تمرین پیلاتس	نیتروژن اوره (میلی گرم بر دسی‌لیتر)
$P<0/001$	#-۴/۹۹ (۳/۵۷)	۱۸/۳۸ (۱/۲۶)	۱۹/۳۱ (۱/۵۵)	ویتامین D	
$P<0/001$	&E#-۹/۲۲ (۳/۷۶)	#۱۷/۲۶ (۱/۶۷)	۱۸/۸۵ (۱/۷۷)	تمرین پیلاتس + ویتامین D	
$P=0/056$	۱/۴۵ (۲/۲۳)	۱۹/۴۵ (۱/۷۵)	۱۹/۱۷ (۱/۶۴)	کنترل	
	$F=5/332$	$P=0/003$			مقایسه بین گروهی میانگین نیتروژن اوره در پس‌آزمون
	$\chi^2=33/770$	$P<0/000$			مقایسه بین گروهی درصد تغییرات نیتروژن اوره
$P<0/001$	#-۱۶/۱۹ (۲/۱۲)	#۴/۸۹ (۰/۳۹)	۵/۸۴ (۰/۴۹)	تمرین پیلاتس	اسیداوریک (میلی گرم بر دسی‌لیتر)
$P<0/001$	E#-۱۳/۵۱ (۲/۲۴)	#۴/۹۶ (۰/۴۰)	۵/۷۳ (۰/۴۷)	ویتامین D	
$P<0/001$	&E#-۱۹/۴۰ (۲/۴۷)	&#۴/۴۸ (۰/۳۰)	۵/۵۷ (۰/۴۰)	تمرین پیلاتس + ویتامین D	
$P=0/137$	۰/۱۴ (۰/۳۱)	۵/۵۰ (۰/۶۳)	۵/۵۴ (۰/۶۳)	کنترل	
	$F=12/092$	$P<0/000$			مقایسه بین گروهی میانگین اسیداوریک در پس‌آزمون
	$\chi^2=39/370$	$P<0/000$			مقایسه بین گروهی درصد تغییرات اسیداوریک
$P<0/001$	#-۱۰/۱۰ (۳/۴۰)	۱/۱۳ (۰/۱۱)	۱/۲۶ (۰/۱۱)	تمرین پیلاتس	کراتینین (میلی گرم بر دسی‌لیتر)
$P<0/001$	#-۷/۳۰ (۲/۴۰)	۱/۱۷ (۰/۱۲)	۱/۲۷ (۰/۱۴)	ویتامین D	
$P<0/001$	&E#-۱۵/۰۴ (۴/۲۱)	&#۱/۰۳ (۰/۱۰)	۱/۲۲ (۰/۱۶)	تمرین پیلاتس + ویتامین D	
$P=0/054$	۱/۱۱ (۱/۸۴)	۱/۲۳ (۰/۱۳)	۱/۲۲ (۰/۱۴)	کنترل	
	$F=6/097$	$P=0/001$			مقایسه بین گروهی میانگین کراتینین در پس‌آزمون
	$\chi^2=38/150$	$P<0/000$			مقایسه بین گروهی درصد تغییرات کراتینین
$P<0/001$	# ۵/۵۲ (۳/۱۷)	۹۹/۷۳ (۱۰/۰۷)	۹۴/۵۶ (۹/۰۹)	تمرین پیلاتس	میزان فیلتراسیون گلوبولینی (میلی لیتر بر دقیقه)
$P<0/001$	#۶/۷۸ (۳/۰۲)	۹۹/۱۴ (۹/۸۸)	۹۲/۹۲ (۹/۶۹)	ویتامین D	
$P<0/001$	&E# ۱۱/۳۳ (۶/۲۶)	# ۱۰/۷۱ (۱۰/۲۱)	۹۶/۵۱ (۱۰/۶۴)	تمرین پیلاتس + ویتامین D	
$P=0/522$	-۰/۳۰ (۰/۸۸)	۹۵/۲۵ (۸/۱۸)	۹۵/۷۶ (۹/۵۰)	کنترل	
	$F=3/296$	$P=0/029$			مقایسه بین گروهی میانگین میزان فیلتراسیون گلوبولینی در پس‌آزمون
	$\chi^2=38/984$	$P<0/000$			مقایسه بین گروهی درصد تغییرات میزان فیلتراسیون گلوبولینی

تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل؛ † تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرین پیلاتس؛ & تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ویتامین D. غلظت‌ها بر اساس میانگین و انحراف استاندارد نشان داده شده است.

در این راستا Straznicky و همکاران (۱۵) نشان دادند ۱۲ هفته تمرینات منظم هوازی با کاهش سطوح کراتینین و افزایش میزان فیلتراسیون در افراد چاق مبتلابه سندرم متابولیک هوازی همراه بود. یافته‌های Zhang و همکاران (۱۶) هم حاکی از سطوح بیشتر اسیداوریک در نوجوانان چاق در مقایسه با نوجوانان با وزن نرمال بود که پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی سطوح او، کراتینین (اما نه اسیداوریک) در آنان کاهش یافت. Elsayed Shokr (۱۷) نشان داد ۶ ماه فعالیت ورزشی روزانه به کاهش قابل توجه در سطوح او، کراتینین و اسیداوریک خون بیماران مبتلابه فشارخون و کلسترول بالا منجر شد. علاوه بر این، کاهش سطوح او، کراتینین در مردان مبتلابه دیابت نوع دو پس از ۱۰ هفته تمرینات هوازی (۲۲)، کاهش سطوح کراتینین پس از ۸ هفته تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۹ درصد ضربان قلب ذخیره در مردان دارای پرفشاری خون (۲۳) را محققان دیگر گزارش کرده‌اند.

رفعتی‌فرد و همکاران (۱۸) نشان دادند ۸ هفته تمرین هوازی روی نوار گردان با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه، تأثیر معناداری بر سطوح کراتینین و نیتروژن سرمی افراد دارای بیماری کلیوی مزمن نداشت، درحالی‌که میزان فیلتراسیون کلیوی با فعالیت ورزشی افزایش معناداری یافت. به نظر می‌رسد علت این مغایرت به سطوح پایه بیشتر کراتینین و او، در این بیماران مربوط باشد. بیژه و همکاران (۲۴) بیان کردند سطوح کراتینین، او، و اسیداوریک در زنان یائسه چاق غیرفعال پس از ۸ هفته تمرین هوازی در آب تغییر معناداری نیافت که ممکن است به افزایش دفع حرارت بدن از طریق هدایت طی اجرای تمرینات، کاهش در میزان تعریق و در نتیجه کاهش دفع او، و اسیداوریک مربوط شود.

اگرچه مکانیسم‌های دقیق اثر فعالیت ورزشی بر شاخص‌های کلیوی به‌خوبی مشخص نیست، محققان نشان دادند افزایش توان هوازی آزمودنی‌ها، اتکا به ترکیبات فسفریل با ظرفیت بالا را برای تولید انرژی هنگام فعالیت بدنی کاهش می‌دهد و این سازگاری با کاهش فعالیت آدنوزین منوفسفات دامیناز همراه است؛ بنابراین، به کاهش تولید اینوزین، هیپوگزانتین، گزانتین و اسیداوریک منجر می‌شود (۲۵). همچنین فعالیت ورزشی به‌واسطه افزایش

نتایج حاصل از مقایسه آزمون کروسکال والیس بیانگر وجود اختلاف معنادار بین درصد تغییرات میانگین متغیرها بوده است (جدول ۲). مقایسه دوبه‌دو با استفاده از آزمون من‌ویتنی حاکی از کاهش بیشتر سطوح نیتروژن او، اسیداوریک، کراتینین و میزان فیلتراسیون گلومرولی بیشتر در گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه کنترل بود ($P < 0/001$)، به‌طوری‌که درصد تغییرات این متغیرها در گروه ترکیبی در مقایسه با دو گروه دیگر تمرین پیلاتس (به ترتیب $P < 0/001$ ، $P = 0/004$ ، $P = 0/005$ و $P = 0/019$) و مکمل ویتامین D (به ترتیب $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ و $P = 0/043$) به‌طور معناداری بیشتر بود. همچنین میزان کاهش اسید اوریک در گروه تمرین پیلاتس در مقایسه با گروه ویتامین D بیشتر بود ($P = 0/007$).

بحث

نتایج تحقیق حاضر که به بررسی تأثیر تمرینات منظم پیلاتس همراه با مصرف ویتامین D بر سطوح شاخص‌های عملکرد کلیوی در مردان دارای اضافه‌وزن پرداخته شد، حاکی از وضعیت نامطلوب ویتامین D در آزمودنی‌ها بوده است، به‌طوری‌که ۴۰ درصد از آزمودنی‌ها سطوح ناکافی ویتامین D و ۶۰ درصد دیگر کمبود ویتامین D داشتند. همچنین سطوح کراتینین، او، و اسیداوریک پس از ۸ هفته مداخله‌های تمرین پیلاتس، مصرف ویتامین D و مداخله ترکیبی، کاهش و میزان فیلتراسیون گلومرولی افزایش یافته بود. پیش‌از این نیز کمبود ویتامین D در افرادی با عملکرد کلیوی نرمال (بدون بیماری مزمن کلیه) گزارش شده بود، به‌طوری‌که انجام فعالیت بدنی با کاهش احتمال پیشرفت کمبود ویتامین D همراه بوده است (۵). به نظر می‌رسد انجام فعالیت ورزشی و بهبود وضعیت مصرف ویتامین D آزمودنی‌های تحقیق در عملکرد کلیوی مردان دارای اضافه‌وزن تحقیق حاضر مؤثر بوده است. ازجمله نتایج تحقیق حاضر سطوح کمتر او، و اسیداوریک گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل در پس‌آزمون و درصد تغییرات بیشتر میانگین شاخص‌های او، اسیداوریک، کراتینین و میزان فیلتراسیون گلومرولی در مقایسه با گروه کنترل بوده است.

ویتامین D می‌تواند به بهبود وضعیت عملکرد کلیوی در آزمودنی‌های تحقیق حاضر منجر شده باشد. در این راستا مصطفی و همکاران (۳۴) نشان دادند ۸ هفته مصرف مکمل ویتامین D به کاهش اسیداوریک و استرس اکسایشی در موش‌های ویستار سالم و چاق منجر شد. Liyanage و همکاران (۳۵) نشان دادند پس از ۶ ماه مصرف ویتامین D، با کاهش نسبت آلبومین ادراری به کراتینین، کاهش هورمون پاراتیروئید و افزایش در میزان فیلتراسیون گلومرولی و سطوح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D در بیماران مبتلا به نروپاتی دیابتی همراه بود. افزایش اسیداوریک گردشی با سرکوب فعالیت آنزیم α_1 -هیدروکسیلاز به کاهش ۲-هیدروکسی ویتامین D و افزایش هورمون پاراتیروئید منجر می‌شود که این روند با فاکتور هسته‌ای کاپایی میانجی‌گری می‌شود (۳۶). از سوی دیگر، وضعیت غیرطبیعی ویتامین D می‌تواند به افزایش ترشح هورمون پاراتیروئید منجر شود. هورمون پاراتیروئید نیز می‌تواند به هایپراوریسمی (افزایش اسیداوریک) منجر شود (۷) و این چرخه معیوب می‌تواند به بدتر شدن وضعیت ویتامین D و افزایش اسیداوریک منجر شود. همچنین ارتباط معکوسی بین سطوح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D و افزایش اوره وجود دارد (۷). ویتامین D می‌تواند با سرکوب رونویسی ژن رنین و بیان آنژیوتانسین II، فعالیت فاکتور هسته‌ای کاپایی را کاهش دهد.

با این وجود، به‌خوبی مشخص نیست که آیا کاهش عملکرد کلیه با شیوع کمبود ویتامین D همراه است یا کمبود ویتامین D باعث کاهش عملکرد کلیوی می‌شود (۱۰). تحقیق حاضر محدودیت‌هایی داشت از جمله تعداد کم آزمودنی‌ها و اجرای پروتکل در بازه زمانی کوتاه؛ لذا لازم است تحقیقات گسترده‌تر با تعداد بیشتری از آزمودنی‌های مرد و زن و با دوره‌های طولانی‌تر از سوی محققان دیگر انجام شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر هر سه شیوه درمانی تمرینات پیلاتس، مصرف ویتامین D و ترکیبی از تمرین پیلاتس همراه با مصرف ویتامین D می‌تواند به کاهش سطوح اوره، اسید اوریک و کراتینین و افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی در افراد دارای

فراهمی نیتریک اکسید و کاهش استرس اکسیداتیو (۲۶) و افزایش سطوح آنتی‌اکسیدانت‌ها در بافت کلیه می‌تواند به بهبود عملکرد کلیه منجر شود (۲۷)؛ بنابراین، سازگاری‌های حاصل از انجام منظم و مداوم تمرینات ورزشی می‌تواند به نرمال شدن سطوح اوره و اسیداوریک خون منجر شود (۲۸). سطوح کمتر اوره خون نشان‌دهنده افزایش فیلتراسیون گلومرولی و دفع اوره از طریق ادرار یا کاهش بازجذب آن در توبول‌های کلیوی است. اوره به‌صورت غیرفعال در توبول‌های کلیوی بازجذب می‌شود. میزان انتقال اوره از طریق شیب الکتروشیمیایی برای انتشار در سراسر غشا و نفوذپذیری غشا برای مواد تعیین می‌شود. علاوه‌براین، فیلتراسیون گلومرولی به بار منفی غشای پایه پدوسیت‌ها بستگی دارد که شامل مولکول‌های بزرگ دارای بار منفی هستند. لذا تغییرات در پتانسیل الکتریکی غشای سلول‌های توبولی و گلومرولی ناشی از تمرینات پیلاتس ممکن است بر فیلتراسیون کلیوی و در نتیجه جذب اوره تأثیرگذار باشد (۲۹).

از یافته‌های دیگر تحقیق حاضر، سطوح پایین اسیداوریک در گروه ویتامین D نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون و درصد تغییرات بیشتر میانگین‌های کراتینین، اوره و اسیداوریک در گروه ویتامین D بود که این اثرات با هم‌زمانی انجام فعالیت‌های ورزشی تقویت شد، اما درصد تغییرات سطوح اسیداوریک گروه تمرینی در مقایسه با گروه ویتامین D به‌طور معناداری بیشتر بود که بیانگر تأثیر قوی‌تر تمرینات پیلاتس بر کاهش اسیداوریک مردان دارای اضافه‌وزن در مقایسه با مصرف ویتامین D است. Charoenngam و همکاران (۳۰) نشان دادند در افرادی با سطوح نرمال ویتامین D، میزان اسیداوریک سرمی به‌طور قابل توجهی کمتر از بیماران مبتلا به کمبود یا نارسایی ویتامین D بود و در مراحل بیماری مزمن کلیه متوسط و شدید، کاهش سطوح ۲۵-هیدروکسی ویتامین D با کاهش میزان فیلتراسیون گلومرولی همراه بود (۳۱). علاوه‌براین، مشاهده شد که در افراد بزرگ‌سال با کمبود ویتامین D، سطوح اسیداوریک و کراتینین در مقایسه با بیماران دارای سطوح نرمال ۲۵-هیدروکسی ویتامین D بیشتر بوده است (۳۲) و نوجوانان چاق با کمبود ویتامین D نیز سطوح اسیداوریک بالاتری در مقایسه با سایر نوجوانان دارند (۳۳).

به نظر می‌رسد مکمل‌دهی با ویتامین D به‌واسطه افزایش سطوح

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر گرفته شده است. بدین‌وسیله از تمام افرادی که ما را در این تحقیق همراهی کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

اضافه‌وزن با وضعیت غیرنرمال ویتامین D منجر شود؛ اما مداخله ترکیبی با اثربخشی بیشتری بر شاخص‌های عملکرد کلیوی در مقایسه با دو مداخله دیگر همراه بود و تأثیر تمرینات منظم پیلاتس بر بهبود سطوح سرمی اسیداوریک در مقایسه با مصرف ویتامین D قوی‌تر بود. از این جهت پیشنهاد می‌شود افراد دارای اضافه‌وزن با حفظ وضعیت ویتامین D در حد نرمال و انجام فعالیت‌های منظم ورزشی سلامت جسمانی و عملکرد کلیوی خویش را بهبود بخشند.

References:

1. Kovesdy CP, Furth S, Zoccali C, World Kidney Day Steering Committee. Obesity and kidney disease: hidden consequences of the epidemic. *Indian J Nephrol* 2017;27(2):85-92. [PMID: 28356657](#)
2. Koch VH. The effects of obesity on kidney function: a challenge for nephrologists. *J Bras Nefrol* 2019;41(2):162-5. [PMID: 31173042](#)
3. Chang AR, Grams ME, Ballew SH, Bilo H, Correa A, Evans M, et al. Adiposity and risk of decline in glomerular filtration rate: meta-analysis of individual participant data in a global consortium. *BMJ* 2019;364:k5301. [PMID: 30630856](#)
4. Maalouf NM. Metabolic syndrome and the genesis of uric acid stones. *J Ren Nutr* 2011;21(1):128-31. [PMID: 21195936](#)
5. Lee M, Hsu H, Wu I, Sun C, Ting M, Lee C. Vitamin D deficiency in northern Taiwan: a community-based cohort study. *BMC Public Health* 2019;19(1):337. [PMID: 30902083](#)
6. Ejaz AA, Mu W, Kang DH, Roncal C, Sautin YY, Henderson G, et al. Could uric acid have a role in acute renal failure? *Clin J Am Soc Nephrol* 2007;2(1):16-21. [PMID: 17699382](#)
7. Peng H, Li H, Li C, Chao X, Zhang Q, Zhang Y. Association between vitamin D insufficiency and elevated serum uric acid among middle-aged and elderly Chinese Han women. *PLoS One* 2013;8(4):e61159. [PMID: 23585876](#)
8. Agarwal R. Vitamin D, proteinuria, diabetic nephropathy, and progression of CKD. *Clin J Am Soc Nephrol* 2009;4(9):1523-8. [PMID: 19478099](#)
9. Melamed ML, Astor B, Michos ED, Hostetter TH, Powe NR, Muntner P. 25-Hydroxyvitamin D levels, race, and the progression of kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2009;20(12):2631-9. [PMID: 19875805](#)
10. Kim SG, Kim GS, Lee JH, Moon AE, Yoon H. The relationship between vitamin D and estimated glomerular filtration rate and urine microalbumin/creatinine ratio in Korean adults. *J Clin Biochem Nutr* 2018;62(1):94-9. [PMID: 29371760](#)
11. Alemzadeh R, Kichler J. Uric acid-induced inflammation is mediated by the parathyroid hormone: 25-hydroxyvitamin d ratio in obese adolescents. *Metab Syndr Relat Disord* 2016;14(3):167-74. [PMID: 26824485](#)
12. Curtis F, Thatcher R, Rice S, Davison G. A 15-week vitamin D supplementation and indoor cycling intervention reduces exercising heart rate, with no effect on glycaemic control in healthy adults: a pilot investigation. *Int J Exerc Sci* 2017;10(2):274-83. [Link](#)
13. Robinson-Cohen C, Katz R, Mozaffarian D, Dalrymple LS, de Boer I, Sarnak M, et al. Physical activity and rapid decline in kidney function among older adults. *Arch Intern Med* 2009;169(22):2116-23. [PMID: 20008696](#)
14. Poortmans JR, Haggenmacher C, Vanderstraeten J. Postexercise proteinuria in humans and its adrenergic component. *J*

Sports Med Phys Fitness 2001;41(1):95-100. [PMID: 11317155](#)

15. Straznicky NE, Grima MT, Lambert EA, Eikelis N, Dawood T, Lambert GW, et al. Exercise augments weight loss induced improvement in renal function in obese metabolic syndrome individuals. *J Hypertens* 2011;29(3):553-64. [PMID: 21119532](#)
16. Zhang H, Jiang L, Yang YJ, Ge RK, Zhou M, Hu H, et al. Aerobic exercise improves endothelial function and serum adropin levels in obese adolescents independent of body weight loss. *Sci Rep* 2017;7(1):17717. [PMID: 29255252](#)
17. Shokr EA. Effects of daily exercise on cholesterol and hypertension in diabetes and non-diabetes patients. *Int J Nep Uro Dis* 2017;1(1):1-6. [Link](#)
18. Rafati FM, Taghian F, Pakfetrat M, Daryanoosh F, Mohammadi H. The effect of aerobic training on the amount of GFR and excreted of creatinine in patients with chronic kidney. *Annl Mil Health Sci Res* 2012;9(4):264-70. (In Persian) [Link](#)
19. Amirsasan R, Nikookheslat S, Dolgari Sharaf R. Effect of eight weeks of pilates training on some physical fitness variables in untrained overweight females. *J Rehab Med* 2017;6(1):192-200. (In Persian) [Link](#)
20. Ghahremani Moghadam M, Hejazi K. Effect of aerobic training for 8 weeks on C-reactive protein, uric acid and total bilirubin in sedentary elderly women. *Horizon Med Sci* 2015;21(2):81-9. (In Persian) [Link](#)
21. Baziar N, Djafarian K, Shadman Z, Qorbani M, Khoshniat Nikoo M, Razi F. Effects of vitamin D supplementation with on improving serum vitamin D levels and insulin resistance in vitamin D insufficient or deficient type 2 diabetic. *Iran J Diabetes Metab* 2014;13(5):425-33. (In Persian) [Link](#)
22. Seiavoshy H, Samavatishsarif MA, Keshvari M, Ahmadvand A. The effect of resistance training programs on GFR and some biochemical factors of renal function in elderly males with type 2 diabetes. *Sadra Med J* 2015;3(1):31-42. (In Persian) [Link](#)
23. Sikiru L, Okoye GC. Therapeutic effect of continuous exercise training program on serum creatinine concentration in men with hypertension: a randomized controlled trial. *Ghana Med J* 2014;48(3):135-42. [PMID: 25709122](#)
24. Bije N, Jamali FS, Nejati F, Lotfalizadeh M. The effect of aerobic exercise in water with and without green tea consumption on kidney function in obese and sedentary postmenopausal women. *J Sabzevar Univ Med Sci* 2018;25(5):707-14. (In Persian) [Link](#)
25. Tekin A. Xanthine oxidase and uric acid response to a 6-week pre-season training programme in male athletes. *Afr J Pharm Pharmacol* 2010;4(8):511-5. [Link](#)
26. Rodrigues AM, Bergamaschi CT, Araújo RC, Mouro MG, Rosa TS, Higa EM. Effects of training and nitric oxide on diabetic nephropathy progression in type I diabetic rats. *Exp Biol Med (Maywood)* 2011;236(10):1180-7. [PMID: 21930716](#)
27. Ghosh S, Khazaei M, Moien-Afshari F, Ang LS, Granville DJ, Verchere CB, et al. Moderate exercise attenuates caspase-3 activity, oxidative stress, and inhibits progression of diabetic renal disease in db/db mice. *Am J Physiol Renal Physiol* 2009;296(4):F700-8. [PMID: 19144689](#)
28. Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of over training: what tools do we have? *Sport Med* 2002;32(2):95-102. [PMID: 11817995](#)
29. Ferrando AA, Paddon-Jones D, Wolfe RR. Alterations in proteinmetabolism during space flight and inactivity. *Nutrition* 2002;18(10):837-41. [PMID: 12361775](#)
30. Charoenngam N, Ponvilawan B, Ungprasert P. Vitamin D insufficiency and deficiency are associated with a higher level of serum uric acid: a systematic review and meta-analysis. *Mod Rheumatol* 2020;30(2):385-39. [PMID: 30689484](#)
31. Park J, Ryu SY, Han MA, Choi SW. The association of vitamin D with estimated glomerular filtration rate and albuminuria: 5th Korean national health and nutritional examination survey 2011-2012. *J Ren Nutr* 2016;26(6):360-6. [PMID: 27503176](#)

32. Faridi KF, Lupton JR, Martin SS, Banach M, Quispe R, Kulkarni K, et al. Vitamin D deficiency and non-lipid biomarkers of cardiovascular risk. Arch Med Sci 2017;13(4):732-7. [PMID: 28721139](#)
33. Wojcik M, Janus D, Kalicka-Kasperczyk A, Sztefko K, Starzyk JB. The potential impact of the hypovitaminosis D on metabolic complications in obese adolescents - Preliminary results. Ann Agric Environ Med 2017;24(4):636-9. [PMID: 29284239](#)
34. Mostafa DK, Nasra RA, Zahran N, Ghoneim MT. Pleiotropic protective effects of Vitamin D against high fat diet-induced metabolic syndrome in rats: one for all. Eur J Pharmacol 2016;792:38-47. [PMID: 27789220](#)
35. Liyanage P, Lekamwasam S, Weerathna TP, Liyanage C. Effect of vitamin D therapy on urinary albumin excretion, renal functions, and plasma renin among patients with diabetic nephropathy: a randomized, double-blind clinical trial. J Postgrad Med 2018;64(1):10-5. [PMID: 29386413](#)
36. Chen W, Roncal-Jimenez C, Lanaspa M, Gerard S, Chonchol M, Johnson RJ, et al. Uric acid suppresses 1 alpha hydroxylase in vitro and in vivo. Metabolism 2014;63(1):150-60. [PMID: 24269076](#)