

Original Article

The Effect of Sports Activity on Kidney Patients Treated with Hemodialysis

Javad Almasi^{1*} , Fahime Ghodrati¹ 

1. Department of Physical Education, Hamadan Branch, Islamic Azad University, Hamadan, Iran

Article history:

Received: 18 November 2024

Revised: 13 December 2024

Accepted: 13 December 2024

***Corresponding author:** Javad Almasi,
Department of Physical
Education, Hamadan Branch,
Islamic Azad University,
Hamadan, Iran

Email: almasi.javad@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Fatigue and lack of energy are common uremic symptoms in hemodialysis patients. Its chronic and debilitating nature causes a decrease in self-care activities and weakness in performing daily activities, ultimately leading to job loss and mortality. Research has been conducted on the effectiveness of exercise training among patients with kidney disease, focusing on preventing anemia, controlling blood pressure, and reducing complications associated with hemodialysis. The evidence obtained indicates an improvement in the condition of patients undergoing hemodialysis. This study was conducted to reduce the information gap and determine the effect of exercise on kidney patients.

Materials and Methods: A clinical trial study was conducted on 20 patients undergoing hemodialysis treatment at Beheshti Hospital, Hamadan, Iran, who visited in 2022. The subjects were randomly divided into two control and experimental groups. Blood samples were taken 24 hours before the onset of the exercise. Aerobic exercises were held for 24 sessions.

Results: Hemoglobin concentration, hematocrit, and platelet count increased after exercise, while calcium concentration decreased. The quality of dialysis in the experimental group increased significantly, compared to the control group, after aerobic exercise ($P < 0.001$).

Conclusion: Aerobic exercise led to improved dialysis quality, phosphorus and potassium levels, increased hemoglobin and hematocrit concentrations, and platelet count in kidney patients; however, it led to decreased levels of calcium concentration.

Keywords: Exercise, Hemoglobin concentration, Kidney disease, Phosphorus concentration

Please cite this article as follows: Almasi J, Ghodrati F. The Effect of Sports Activity on Kidney Patients Treated with Hemodialysis. J Res Urol 2024; 8(2): 116-124 DOI: 10.53208/jru.8.2.116



تأثیر فعالیت ورزشی بر بیماران کلیوی تحت درمان با همودیالیز

جواد الماسی^{۱*}، فهیمه قدرتی^۱

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: خستگی و فقدان انرژی یکی از نشانگان اورمیک شایع در بیماران همودیالیز است. ماهیت مزمن و ناتوان کننده آن باعث کاهش مراقبت از خود و ضعف در انجام دادن فعالیت های روزمره می شود. در نهایت، به از دست دادن شغل و مرگ و میر می انجامد. تحقیقاتی در زمینه اثربخشی تمرینات ورزشی بر بیماران کلیوی، پیشگیری از آنمی، کنترل فشار خون و کاهش عوارض همودیالیز انجام شده و شواهد حاصله دال بر بهبودی وضعیت بیماران تحت درمان با همودیالیز است. این مطالعه برای کاهش گپ اطلاعاتی و تعیین اثر فعالیت ورزشی بر بیماران کلیوی انجام شد.

مواد و روش ها: این مطالعه کارآزمایی بالینی، روی ۲۰ بیمار تحت درمان با همودیالیز، که در سال ۱۴۰۱ به بیمارستان بهشتی همدان مراجعه کرده بودند، انجام شد. آزمودنی ها به طور تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین، نمونه خون از آن ها گرفته شد. تمرینات هوازی به مدت ۲۴ جلسه برگزار شد.

یافته ها: غلظت هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد پلاکت ها پس از فعالیت ورزشی افزایش یافت؛ در حالی که غلظت کلسیم کاهش پیدا کرد. بعد از تمرینات هوازی، کیفیت دیالیز بیماران گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت ($P < 0.001$).

نتیجه گیری: تمرین هوازی منجر به بهبود کیفیت دیالیز، سطح غلظت فسفر و پتاسیم و افزایش غلظت هموگلوبین و هماتوکریت و تعداد پلاکت بیماران کلیوی شد و غلظت کلسیم آن ها کاهش یافت.

واژگان کلیدی: بیماری کلیوی، غلظت هموگلوبین، غلظت فسفر، فعالیت ورزشی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۲۸

تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* نویسنده مسئول: جواد الماسی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی همدان، همدان، ایران

ایمیل: almasi.javad@yahoo.com

استناد: الماسی، جواد؛ قدرتی، فهیمه. تأثیر فعالیت ورزشی بر بیماران کلیوی تحت درمان با همودیالیز تحقیقات در ارولوژی، پاییز و زمستان ۱۴۰۳: ۸ (۲): ۱۲۴-۱۱۶

مقدمه

اشاره کرد. اکثر بیماران همودیالیزی، سبک زندگی غیرفعال دارند و در سطح پایین تری از استقامت جسمانی و قدرت عضلانی هستند [۲]. تمرینات هوازی باعث بهبود ظرفیت جسمانی، کاهش فشار خون و بهبود کیفیت زندگی و موجب بروز آثار روانی و اجتماعی مثل کاهش هزینه های درمانی و مراقبت های اجتماعی بیماران همودیالیزی می شود [۳]. ورزش در حین دیالیز، با افزایش جریان خون عضلات و افزایش سطح موی رگ های باز، موجب افزایش خروج اوره و سایر سموم از بافت ها به داخل سیستم عروقی و سپس دفع از راه دیالیز می شود. در تحقیقی مشاهده شد که ورزش در حین دیالیز، در برخی از بیماران موجب کاهش فشار خون در حد چشمگیر شد؛ در حالی که در بقیه تغییر چندانی ایجاد نشد [۴]. کراتینین موجود در پلاسما یکی از شاخص های متداول برای

نارسایی مزمن کلیوی یکی از بیماری های شایع است که در اکثر بیماران تا مرحله انتهایی بیماری پیش می رود و به یکی از روش های جایگزین مثل دیالیز نیاز پیدا می کنند. این شرایط ممکن است بسیاری از جنبه های فردی و اجتماعی زندگی از جمله روش تغذیه، فعالیت فیزیکی، شغل و کیفیت زندگی را تحت تأثیر قرار دهد [۱]. درمان همودیالیز عوارضی دارد که از آن جمله می توان به نوروپاتی حرکتی، میوپاتی عضلات اسکلتی یا قلبی، آنمی، ناکارایی متابولیسم استخوان، شکایات جسمانی متنوع، بی هوشی، خستگی، افسردگی و اضطراب، کاهش ظرفیت کار جسمانی حدود پنجاه درصد در مقایسه با افراد سالم هم سن و هم جنس، کاهش کیفیت زندگی، بیماری قلبی عروقی شامل هایپرتروفی بطنی، نارسایی احتقانی قلب، بیماری سرخ رگ کرونری و هایپرتانسیون

برآورد عملکرد کلیوی محسوب می‌شود. در دریافت‌کنندگان پیوند با توده عضلانی یک‌سان، غلظت کراتینین موجود در پلاسما، منعکس‌کننده میزان فیلتراسیون گلومرولی (GFR) است. مطالعات اخیر نشان داده است که برخی محرک‌ها از جمله فعالیت‌های ورزشی می‌توانند نشانگرهای عملکرد کلیه از جمله میزان فیلتراسیون گلومرولی را تحت تأثیر قرار دهند و اگر فعالیت ورزشی به‌صورت منظم و به مدت طولانی اجرا شود، می‌تواند منجر به تغییرات مثبت در میزان فیلتراسیون گلومرولی و جذب اوره شود [۵]. محققان نشان داده‌اند که تمرینات هوازی موجب کاهش سطح کراتینین و افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی می‌شود و حین تمرینات ورزشی، میزان جریان مؤثر پلاسمای کلیوی کاهش می‌یابد؛ درحالی‌که بعد از تمرینات ورزشی، به دلیل افزایش برون‌ده قلب، جریان خون کلیوی افزایش می‌یابد، که این امر منجر به افزایش دفع مواد زائد و افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی می‌شود [۶].

مطالعات گذشته نشان داده‌اند که عوامل خطرزای قلبی عروقی از جمله افزایش سطح کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین کم‌چگال با میزان فیلتراسیون گلومرولی ارتباط معکوسی دارند. از طرف دیگر، فشار خون بالا به عنوان یکی از عوامل خطرزای قلبی عروقی، از طریق مکانیسم‌های وابسته به فشار خون یا مستقل از آن، منجر به نفرواسکلروزیس می‌شود [۷]. مشخص شده است که در بیماران مبتلا به فشار خون بالا، میزان فیلتراسیون گلومرولی کاهش می‌یابد و حتی افزایش اندک در فشار خون ممکن است بیماران را در معرض خطر آسیب‌های کلیوی قرار دهد. مطالعات به خوبی نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم، به خصوص تمرینات هوازی، در کاهش سطح چربی‌های خون و بهبود فشار خون مؤثرند؛ اما تأثیر فعالیت‌های ورزشی در بهبود عوامل خطرزای قلبی عروقی در بیماران کلیوی به درستی مشخص نیست [۸]. برخی محققان گزارش کرده‌اند که انجام دادن فعالیت‌های ورزشی هوازی موجب کاهش فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در بیماران کلیوی شده؛ درحالی‌که این موضوع به تأیید دیگر محققان نرسیده است. از آنجاکه به خوبی اهمیت کنترل عوامل خطرزای قلبی عروقی در بیماران کلیوی مشخص شده و ممکن است فعالیت‌های ورزشی به عنوان مداخله‌گری غیرتهاجمی و با حداقل عوارض جانبی بتواند در عملکرد کلیوی این بیماران مؤثر باشد [۹] این مطالعه با هدف بررسی و تعیین اثر فعالیت ورزشی هوازی بر بیماران کلیوی تحت درمان با همودیالیز انجام شد.

روش کار

این مطالعه کارآزمایی بالینی، روی ۲۰ نفر از بیماران کلیوی تحت درمان با همودیالیز، که در سال ۱۴۰۱ به بیمارستان شهید بهشتی شهر همدان مراجعه کرده بودند، انجام شد. مطالعه ما در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

(IR.IAU.H.REC.1401.044) و مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20120215009014N447) تصویب شد. پس از توضیح اهداف و روش اجرای مطالعه به بیماران، از آنان رضایت‌نامه آگاهانه دریافت شد. معیارهای ورود به مطالعه، مبتلا بودن به بیماری کلیوی و تحت درمان بودن با همودیالیز و نداشتن فعالیت ورزشی منظم در سه ماهه گذشته و بازه سنی ۳۵ تا ۵۵ سال بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز مبتلا شدن به بیماری سیستمیک و دیابت و شرکت نکردن منظم در برنامه ورزشی و هرگونه محدودیت ورزشی و انصراف از ادامه شرکت در مطالعه بود. حجم نمونه براساس فرمول مقایسه میانگین در دو جامعه مستقل با سطح اطمینان ۹۵ درصد و براساس مطالعه طبیبی و همکاران، تعداد ۸ نفر در هر گروه برآورد شد که به منظور افزایش دقت و در نظر گرفتن ریزش نمونه‌ها، برای هر گروه، ۱۰ نفر در نظر گرفته شد [۱۰]. بیماران به‌طور هدفمند و در دسترس، به دو گروه مداخله و کنترل تقسیم شدند. ابتدا تکنسین مجرب آزمایشگاه، از نمونه‌ها به مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلولید بازویی خون گرفت. سپس بخشی از نمونه خون به شکل سرم (بخش جداشده پس از انعقاد نمونه خون) با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ جدا شد و بخش دیگر به‌صورت پلاسما با افزودن ماده ضدانعقاد ادتا تهیه شد. پس از این مرحله، آزمودنی‌های گروه تجربی به برنامه تمرینی پرداختند. بعد از سپری شدن ۲۴ جلسه فعالیت ورزشی هوازی و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، از همه آزمودنی‌ها خواسته شد به محل آزمایشگاه مراجعه کنند و مانند مرحله اول، خون‌گیری به عمل آمد. برای تجزیه و تحلیل نمونه‌های خونی، با دقت بالا از کیت‌های مخصوص شرکت پارس‌آزمون در آزمایشگاه بیمارستان استفاده شد. همه روش‌های آماری با استفاده از نسخه ۲۵ نرم‌افزار اسپاس انجام شد. نرمال بودن متغیرهای پژوهش با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک تعیین شد. هنگام مقایسه قبل و بعد از مداخله در هر گروه، برای داده‌های نرمال از تحلیل کوواریانس استفاده شد. سطح $(P < 0.05)$ معنادار در نظر گرفته شد.

در پروتکل طراحی‌شده برای این پژوهش، ابتدا سطح کفایت دیالیز و فسفر و پتاسیم بیماران هر دو گروه ثبت شد. سپس بیماران در گروه آزمون به مدت ۲۴ جلسه (سه جلسه در هر هفته که هر جلسه سه ست ده دقیقه‌ای است)، شروع به ورزش هوازی با دوچرخه ثابت کردند. تمرینات ورزشی در بخش B دیالیز بیمارستان بهشتی همدان و در حضور تکنسین ورزشی انجام شد. ضربان قلب و فشار خون بیمار حین فعالیت ورزشی با دستگاه مانیتورینگ برند IEx110 (cardio set) برای جلوگیری از نوسانات احتمالی تحت کنترل بود. گفتنی است که این فعالیت ورزشی در یک ساعت اولیه دیالیز انجام شد که بعد از هر ۱۰ دقیقه فعالیت، ۲ دقیقه استراحت داده می‌شد. در جلسه اول هفته اول، برای آموزش نحوه کار با دوچرخه ثابت برقی، زمان فعالیت و مدت‌زمان استراحت بیماران جلسه توجیهی برگزار شد. روند افزایش سرعت رکاب‌زنی باتوجه به

یافته ها

میانگین سنی گروه تجربی $35/2 \pm 2/4$ سال بود. میانگین سنی در دو گروه مطالعه با یکدیگر تفاوت آماری معناداری نداشتند. میانگین وزن بیماران گروه کنترل، $5/065 \pm 72/2$ کیلوگرم در حالت پیش‌آزمون بود. وزن مردان گروه آزمایش، با مقدار $3/394 \pm 71/618$ کیلوگرم در حالت پیش‌آزمون، به مقدار 3 ± 3 کیلوگرم کاهش یافت که میزان این تغییرات، حدود $3/42$ درصد است.

متفاوت بودن توان فیزیکی بیماران، منحصربه‌فرد بود. برای هر بیمار، شدت براساس ضربان قلب بیشینه در نظر گرفته شد. ضربان قلب با دستگاه مانیتورینگ قلبی تحت کنترل قرار گرفت. اجرای تمرینات ورزشی هوازی با رکاب زدن به‌وسیله دستگاه مینی بایک برقی با شدت 50 درصد ضربان قلب بیشینه آغاز، و در دو هفته آخر، با 65 درصد ضربان قلب بیشینه اجرا شد. گفتنی است که افراد گروه کنترل در این مدت، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی انجام ندادند و تنها به فعالیت‌های روزمره پرداختند.

جدول ۱: تحلیل کوواریانس غلظت هموگلوبین

مدل تصحیح‌شده	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	مجذور اتا
مدل تصحیح‌شده	۵۲/۹۹۲	۲	۲۶/۴۹۶	۱۶/۸۵۹	۰/۰۰۱	۰/۷۱۴
عرض از مبدأ	۰/۱۸۸	۱	۰/۱۸۸	۰/۱۲	۰/۷۳۲	۰/۰۰۴
پیش‌آزمون	۳۶/۴۸	۱	۳۶/۴۸	۲۳/۲۱۱	۰/۰۰۱	۰/۴۶۲
گروه	۱۴/۳۸۵	۱	۱۴/۳۸۵	۹/۱۵۳	۰/۰۰۵	۰/۱۵۳
خطا	۴۲/۴۳۵	۲۷	۱/۵۷۲	-	-	-
مجموع	۲۲۳۷۱/۸۰۹	۲۰	-	-	-	-
مجموع تصحیح‌شده	۹۵/۴۲۷	۱۹	-	-	-	-

جدول ۲: تحلیل کوواریانس غلظت کلسیم

مدل تصحیح‌شده	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	مجذور اتا
مدل تصحیح‌شده	۵۲/۹۹۲	۲	۲۶/۴۹۶	۱۶/۸۵۹	۰/۰۰۱	۰/۵۹۶
عرض از مبدأ	۰/۱۸۸	۱	۰/۱۸۸	۰/۱۲	۰/۷۳۲	۰/۰۰۴
پیش‌آزمون	۳۶/۴۸	۱	۳۶/۴۸	۲۳/۲۱۱	۰/۰۰۱	۰/۴۶۲
گروه	۱۴/۳۸۵	۱	۱۴/۳۸۵	۹/۱۵۳	۰/۰۰۵	۰/۲۵۳
خطا	۴۲/۴۳۵	۲۷	۱/۵۷۲	-	-	-
مجموع	۲۲۳۷۱/۸۰۹	۲۰	-	-	-	-
مجموع تصحیح‌شده	۸۸/۴۲۷	۱۹	-	-	-	-

طبق جدول ۱ غلظت هموگلوبین مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $2/06 \pm 7/8$ گرم بر دسی‌لیتر در حالت پیش‌آزمون، به مقدار $2/56 \pm 8/8$ گرم بر دسی‌لیتر در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $2/04 \pm 9/9$ گرم بر دسی‌لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود $1/1$ درصد است؛ درحالی‌که غلظت هموگلوبین مردان گروه آزمایش، با مقدار $2/053 \pm 9/15$ گرم بر دسی‌لیتر در حالت پیش‌آزمون، به مقدار $2/041 \pm 10/8$ گرم بر دسی‌لیتر در هفته چهارم تغییر یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $2/059 \pm 11/5$ گرم بر دسی‌لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود $6/08$ درصد است.

میانگین شاخص توده بدنی مردان گروه کنترل، $28/55 \pm 0/931$ در حالت پیش‌آزمون بود. شاخص توده بدنی مردان گروه آزمایش، با مقدار $28/44 \pm 1/551$ در حالت پیش‌آزمون، به مقدار $26/5 \pm 1/921$ کاهش یافت که میزان این تغییرات، حدود $7/32$ درصد است. نسبت دور کمر به لگن مردان گروه کنترل، $3/654 \pm 77$ سانتی‌متر در حالت پیش‌آزمون بود. نسبت دور کمر به لگن مردان گروه آزمایش، با مقدار $81/58 \pm 4$ سانتی‌متر در حالت پیش‌آزمون، به مقدار $78/4 \pm 5/955$ سانتی‌متر کاهش یافت که میزان این تغییرات، حدود $3/52$ درصد است.

جدول ۳: تحلیل کوواریانس غلظت همتوکریت

مدل تصحیح‌شده	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	مجذور اتا
مدل تصحیح‌شده	۵۲/۹۹۲	۲	۲۶/۴۹۶	۱۶/۸۵۹	۰/۰۰۱	۰/۴۵۵
عرض از مبدأ	۰/۱۸۸	۱	۰/۱۸۸	۰/۱۲	۰/۷۳۲	۰/۰۰۴
پیش‌آزمون	۳۶/۴۸	۱	۳۶/۴۸	۲۳/۲۱۱	۰/۰۰۱	۰/۶۲۴

گروه	۱۴/۳۸۵	۱	۱۴/۳۸۵	۹/۱۵۳	۰/۰۰۵	۰/۴۵۳
خطا	۴۲/۴۳۵	۲۷	۱/۵۷۲	-	-	-
مجموع	۲۲۳۷۱/۸۰۹	۲۰	-	-	-	-
مجموع تصحیح شده	۹۵/۴۲۷	۱۹	-	-	-	-

جدول ۴: تحلیل کوواریانس تعداد پلاکت

مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معناداری	مجذور اتا	مدل تصحیح شده
۵۲/۹۹۲	۲	۲۶/۴۹۶	۱۶/۸۵۹	۰/۰۰۱	۰/۵۴۷	عرض از مبدأ
۰/۱۸۸	۱	۰/۱۸۸	۰/۱۲	۰/۷۳۲	۰/۰۰۴	پیش آزمون
۳۶/۴۸	۱	۳۶/۴۸	۲۳/۲۱۱	۰/۰۰۱	۰/۴۶۲	گروه
۱۴/۳۸۵	۱	۱۴/۳۸۵	۹/۱۵۳	۰/۰۰۵	۰/۱۸۳	خطا
۴۲/۴۳۵	۲۷	۱/۵۷۲	-	-	-	مجموع
۲۲۳۷۱/۸۰۹	۲۰	-	-	-	-	مجموع تصحیح شده
۹۳/۳۲۸	۱۹	-	-	-	-	

تغییر یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $14/24 \pm 220$ در میلی لیتر مکعب خون رسید که میزان این تغییرات، حدود ۳۶ درصد است.

طبق جدول ۵ کیفیت دیالیز مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $0/06 \pm 0/89$ میلی لیتر در دقیقه در حالت پیش آزمون، به مقدار $0/056 \pm 0/9$ میلی لیتر در دقیقه در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $0/04 \pm 0/95$ میلی لیتر در دقیقه رسید که میزان این تغییرات، حدود ۰/۵ درصد است؛ درحالی که کیفیت دیالیز مردان گروه آزمایش با مقدار $0/053 \pm 0/95$ میلی لیتر در دقیقه در حالت پیش آزمون به مقدار $0/041 \pm 1/16$ میلی لیتر در دقیقه در هفته چهارم افزایش یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $0/059 \pm 1/29$ میلی لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود ۱۰/۰۷- درصد است. بنابراین، می توان گفت که فعالیت ورزشی هوازی بر کیفیت دیالیز بیماران کلیوی شهر همدان تأثیر دارد.

طبق جدول ۶ غلظت فسفر مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $1/22 \pm 4/8$ میلی گرم در دسی لیتر در حالت پیش آزمون، به مقدار $1/08 \pm 4/5$ میلی گرم در دسی لیتر در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $1/46 \pm 4/8$ میلی گرم در دسی لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود ۰/۰۶ درصد است؛ درحالی که غلظت فسفر مردان گروه آزمایش با مقدار $2/05 \pm 4/85$ میلی گرم در دسی لیتر در حالت پیش آزمون به مقدار $1/98 \pm 4/65$ میلی گرم در دسی لیتر در هفته چهارم تغییر پیدا کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $2/9 \pm 5/1$ میلی گرم در دسی لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود ۸/۲ درصد است. بنابراین، می توان گفت که ورزش هوازی بر سطح غلظت فسفر در بیماران کلیوی شهر همدان تأثیر دارد.

طبق جدول ۲ غلظت کلسیم مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $1/87 \pm 8/45$ میلی گرم بر دسی لیتر در حالت پیش آزمون، به مقدار $1/91 \pm 8/8$ میلی گرم بر دسی لیتر در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $1/41 \pm 7/8$ میلی گرم بر دسی لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود ۱/۲ درصد است؛ درحالی که غلظت کلسیم مردان گروه آزمایش با مقدار $1/35 \pm 8/75$ میلی گرم بر دسی لیتر در حالت پیش آزمون، به مقدار $1/84 \pm 7/8$ میلی گرم بر دسی لیتر در هفته چهارم تغییر یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $1/75 \pm 6/9$ میلی گرم بر دسی لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود ۱۳ درصد است.

طبق جدول ۳ غلظت هماتوکریت مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $5/7 \pm 23/25$ درصد در حالت پیش آزمون، به مقدار $5/9 \pm 26/26$ درصد در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $4/6 \pm 32/2$ درصد رسید که میزان این تغییرات، حدود ۱/۸ درصد است؛ درحالی که غلظت هماتوکریت مردان گروه آزمایش، با مقدار $4/3 \pm 28/75$ در حالت پیش آزمون، به مقدار $3/4 \pm 33/55$ درصد در هفته چهارم تغییر یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $3/6 \pm 38/33$ درصد رسید که میزان این تغییرات، حدود ۱۲ درصد است.

طبق جدول ۴ تعداد پلاکت مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $11/01 \pm 166$ در میلی لیتر مکعب خون در حالت پیش آزمون، به مقدار $10/14 \pm 191$ در میلی لیتر مکعب خون در هفته چهارم تغییر یافت. این تغییرات در هفته هشتم به $10/24 \pm 183$ در میلی لیتر مکعب خون رسید که میزان این تغییرات، حدود ۴/۳ درصد است؛ درحالی که تعداد پلاکت مردان گروه آزمایش، با مقدار $12/5 \pm 135$ در حالت پیش آزمون، به مقدار $14/63 \pm 140$ در میلی لیتر مکعب خون در هفته چهارم

جدول ۵: تحلیل کوواریانس کیفیت دیالیز بیماران کلیوی

مجدور اتا	سطح معناداری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۹۱	۰/۰۰۱	۱۳۶/۸۵۶	۰/۰۶۳	۲	۰/۱۲۶	مدل تصحیح شده
۰/۰۱۱	۰/۵۹۶	۰/۲۸۸	۰/۰۰۱	۱	۰/۰۰۱	عرض از مبدأ
۰/۸۶۷	۰/۰۰۱	۱۷۶/۰۲	۰/۰۸۱	۱	۰/۰۸۱	پیش آزمون
۰/۴۷۷	۰/۰۰۱	۳۶/۷۵۶	۰/۰۱۷	۱	۰/۰۱۷	گروه
-	-	-	۰/۰۰۱	۱۷	۰/۰۱۲	خطا
-	-	-	-	۲۰	۱۷/۷۷۱	مجموع
-	-	-	-	۱۹	۰/۱۳۸	مجموع تصحیح شده

جدول ۶: تحلیل کوواریانس غلظت فسفر بیماران کلیوی

مجدور اتا	سطح معناداری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۸۷۴	۰/۰۰۱	۹۳/۴۴۳	۲۷۷/۷۹۹	۲	۵۵۵/۵۷	مدل تصحیح شده
۰/۰۲۲	۰/۴۴۵	۰/۶۰۱	۱/۷۸۷	۱	۱/۷۸۷	عرض از مبدأ
۰/۸۶۶	۰/۰۰۱	۱۷۳/۹۲۴	۵۱۷/۰۶۴	۱	۵۱۷/۰۶۴	پیش آزمون
۰/۱۷	۰/۰۰۱	۲۳/۹۴۸	۷۱/۱۹۷	۱	۷۱/۱۹۷	گروه
-	-	-	۲/۹۷۳	۲۷	۸۰/۲۶۹	خطا
-	-	-	-	۲۰	۱۷۵۱۳۴	مجموع
-	-	-	-	۱۹	۶۳۵/۸۶۷	مجموع تصحیح شده

جدول ۷: تحلیل کوواریانس غلظت پتاسیم بیماران کلیوی

مجدور اتا	سطح معناداری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۵۵۵	۰/۰۰۱	۱۶/۸۵۹	۲۶/۴۹۶	۲	۵۲/۹۹۲	مدل تصحیح شده
۰/۰۰۴	۰/۷۳۲	۰/۱۲	۰/۱۸۸	۱	۰/۱۸۸	عرض از مبدأ
۰/۴۶۲	۰/۰۰۱	۲۳/۲۱۱	۳۶/۴۸	۱	۳۶/۴۸	پیش آزمون
۰/۱۵۳	۰/۰۰۵	۹/۱۵۳	۱۴/۳۸۵	۱	۱۴/۳۸۵	گروه
-	-	-	۱/۵۷۲	۲۷	۴۲/۴۳۵	خطا
-	-	-	-	۲۰	۲۲۳۷۱/۸۰۹	مجموع
-	-	-	-	۱۹	۹۵/۴۲۷	مجموع تصحیح شده

اکثر بیماران کلیوی معتقدند که ورزش منظم به عنوان اولین فعالیت بعد از دیالیز باعث می شود که احساس کنند دوباره به زندگی طبیعی برگشته اند. هر بیمار به طور میانگین، هفته ای سه بار و هر بار سه تا چهار ساعت تحت دیالیز قرار می گیرد. طی این مدت، مقدار زیادی مایع از بدن او خارج می شود. سیستم بدن برای جبران خروج این مقدار مایع از بدن، عروق عضلات به خصوص عضلات ناحیه بازو و پاها را تنگ می کند و جریان خون این مناطق هنگام دیالیز کم می شود. بنابراین، عضلات از نظر تغذیه و خون رسانی دچار مشکل، و به تدریج لاغر و ضعیف می شوند و کاهش خون رسانی باعث می شود دچار خستگی و گرفتگی شوند. وقتی بیمار دیالیزی ورزش می کند، عروق عضلات گشاد می شود و پرفیوژن عضلات افزایش می یابد و کاهش جریان خون عضلات جبران می شود [۱۱].

تجربیات نشان داده اند که انجام دادن تمرینات ورزشی به مدت پنج ماه، آثار جالبی در برداشت اکسیژن دارد؛ به نحوی که سطوح هماتوکریت فعال می شود، ولی نمی تواند برداشت اکسیژن را نرمال کند. به طور کلی، تمرینات ورزشی هوایی می تواند فیزیک بدن را

طبق جدول ۷ غلظت پتاسیم مردان گروه کنترل در هفته اول، با مقدار $1/45 \pm 4/1$ میلی اکی والان در لیتر در حالت پیش آزمون، به مقدار $1/56 \pm 4/2$ میلی اکی والان در لیتر در هفته چهارم تغییر کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $1/69 \pm 4/6$ میلی اکی والان در لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود $0/02$ درصد است؛ در حالی که غلظت فسفر مردان گروه آزمایش، با مقدار $1/58 \pm 4/7$ میلی اکی والان در لیتر در حالت پیش آزمون، به مقدار $2/28 \pm 4/3$ میلی اکی والان در لیتر در هفته چهارم تغییر پیدا کرد. این تغییرات در هفته هشتم به $1/84 \pm 4/4$ میلی اکی والان در لیتر رسید که میزان این تغییرات، حدود $2/2$ درصد است. بنابراین، می توان گفت که ورزش هوایی بر سطح غلظت پتاسیم در بیماران کلیوی شهر همدان تأثیر دارد.

نتایج

ورزش در بیماران دیالیزی می تواند آثار سودمندی داشته باشد.

اصلاح کند [۱۲]. اگر وضعیت تغذیه و کم‌خونی و هماتوکریت اصلاح شود، تمرینات ترکیبی به‌طور تدریجی آثار درخشانی دربر خواهند داشت [۱۳]. فعالیت ورزشی روزانه امیدی است که این بیماران را به زندگی قبل از بیماری نزدیک می‌کند. تمرینات ورزشی، علائم سندرم اورمی را با کم کردن نوروپاتی و میوپاتی کاهش می‌دهد و عملکرد قلبی را بهبود می‌بخشد و باعث کاهش فشار خون و افزایش ظرفیت کار می‌شود، که تمام این عوامل به بهبود کیفیت زندگی بیمار می‌انجامد [۱۴]. باتوجه به وجود مشکلات عده‌ای که بیماران دیالیزی با آن مواجه‌اند، علل اصلی این مشکلات، بالا بودن سموم دفعی در خون از جمله اوره، کراتینین، پتاسیم و فسفر، و پایین بودن گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، پلاکت و گلبول سفید است [۱۴]. در بیماران دیالیزی پارامترهای ذکرشده دچار کاهش می‌شوند و عوارض خود را بر جا می‌گذارند. علاوه بر این پارامترها، دو پارامتر مهم شامل اوره و کراتینین و کراتین و بیلی روبین در بیماران دیالیزی افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری این پارامترها، برای بررسی عملکرد کلیه استفاده می‌شود [۱۵].

مزایای ورزش برای فرد دیالیزی شامل افزایش نیرو و توان بدنی، بهبود وضعیت روانی (کاهش اضطراب و افسردگی)، افزایش انگیزه برای انجام دادن کارهای موردعلاقه، افزایش سرعت بازگشت به زندگی طبیعی، موفقیت در زندگی خانوادگی و بهبود روابط زناشویی، کنترل فشار خون، کاهش چربی خون، بهبود کیفیت خواب و عمیق‌تر شدن خواب، کنترل وزن، کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی و جلوگیری از ضعیف شدن استخوان‌ها است. بیماری‌های قلبی عروقی و عدم کفایت دیالیز، اصلی‌ترین عوامل ناتوان‌کننده و مرگومیر در بیماران دیالیزی هستند. بالا بردن کفایت دیالیز در پیش‌آگهی بیماران دیالیزی کاملاً مؤثر است. امروزه به‌دلیل افزایش وسایل مدرن، که با هدف راحت‌تر کردن زندگی تولید می‌شوند، مردم دچار بی‌حرکی آسیب‌زنده‌ای شده‌اند که شیوع روزافزون بیماری را به‌دنبال دارد و بیماری مزمن کلیه در سراسر جهان در حال رشد است. تعداد بیمارانی که در مرحله نهایی بیماری کلیوی و خطر بالای بیماری قلبی عروقی، ناتوانی و مرگومیر قرار دارند، رو به افزایش است. بالاین‌حال، این مداخلات که اغلب خود بیماران درخواست می‌کنند، به‌ندرت در دسترس هستند. درواقع شناسایی و آموزش متخصصان ورزش و حساس کردن پزشکان و پرسنل بهداشتی ضروری است تا بتوانند بیماران کلیوی را به سمت سبک زندگی فعال هدایت کنند. از سوی دیگر، مداخلات مؤثر و پایدار، که قادر به غلبه بر موانع بیماری برای ورزش هستند، ناشناخته باقی مانده‌اند [۱۶]. متأسفانه کم‌حرکی و عملکرد بدنی ضعیف، از علل بارز بیماری کلیوی در جهان است. موانع زیادی برای اجرای برنامه‌های ورزشی وجود دارد؛ از جمله فقدان آموزش و دانش درباره فعالیت بدنی و نسخه‌های ورزشی و مداخلات در میان متخصصان بهداشت، زمان ناکافی برای اجرای برنامه‌های ورزشی به‌دلیل سایر مسئولیت‌های بالینی، فقدان بودجه

و مشوق‌های خاص برای توسعه این برنامه‌ها، و کیفیت پایین داده‌هایی که اثربخشی ورزش را نشان می‌دهند [۱۷]. از دیدگاه فیزیولوژیک، ورزش در حین دیالیز با افزایش جریان خون عضلات و افزایش سطح موی‌رگ‌های باز می‌تواند موجب افزایش خروج اوره و سایر سموم از بافت‌ها به داخل سیستم عروقی، و سپس دفع از راه دیالیز شود [۱۸]. با استفاده از نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان از ورزش‌های هوازی در حین دیالیز برای افزایش کیفیت زندگی بیماران همودیالیزی استفاده کرد. ظرفیت کار جسمانی در بیماران همودیالیزی در مجموع به‌دلیل میوپاتی، نوروپاتی و پاتولوژی عروق پیرامونی کاهش می‌یابد، که دلیل این موارد، توکسین‌های اورمیک است. فرض بر آن است که تصفیه توکسین‌ها توسط تمرینات ورزشی در حین دیالیز، تأثیر این توکسین‌ها روی سیستم‌های فیزیولوژیک گوناگون را به حداقل می‌رساند و در نتیجه عملکرد قلبی عروقی و عضلات اسکلتی ارتقا می‌یابد. به‌هرحال، فعالیت ورزشی روزانه امیدی است که این بیماران مزمن کلیوی را به زندگی قبل از بیماری‌شان نزدیک می‌کند [۱۹]. تمرینات ورزشی هوازی زیر بیشینه در بیماران همودیالیزی، علائم سندرم اورمی را با کم کردن نوروپاتی و میوپاتی کاهش می‌دهد و عملکرد قلبی را بهبود می‌بخشد و باعث کاهش فشار خون سیستمیک و همچنین افزایش ظرفیت کار می‌شود که تمام این عوامل باعث بهبود عملکرد عضلانی می‌شود [۲۰]. در همین راستا، نتایج پژوهش‌های اکرام‌زاده و همکاران (۲۰۲۲)، مالینی (۲۰۲۲)، املیه برنر و همکاران (۲۰۲۲) و فلورنتینو ویلانجو (۲۰۲۲) همسو با نتایج این پژوهش است؛ زیرا آن‌ها نیز در مطالعات خود تأثیر فعالیت بدنی بر کیفیت دیالیز را در جامعه مورد مطالعه خود مشاهده کردند.

تمرینات هوازی نیازمند انقباض عضلانی است. در جریان ورزش‌های منظم، سطح پتاسیم خون افزایش می‌یابد که این موضوع وابسته به شدت ورزش است. افزایش پتاسیم در مایع بینابینی سبب بالا رفتن حجم تنفس دقیقه‌ای خواهد شد. علت این وضعیت، تحریک پایانه‌های عصبی فیبرهای نوع C در بافت عضلانی فعال است [۲۱]. این موضوع هم باعث بالا رفتن حجم تنفس دقیقه‌ای خواهد شد. به‌علاوه، افزایش پتاسیم پلاسمایی سبب اتساع عروق در عضلات می‌شود و این از فواید ورزش در حین دیالیز است. افزایش جریان خون عضلات و افزایش سطح موی‌رگ‌های باز می‌تواند موجب افزایش خروج پتاسیم شود و از طریق همودیالیز، پتاسیم دفع‌شده از عضلات برداشت شود و میزان پتاسیم خون فرد دیالیزی در محدوده نرمال (۳ تا ۵/۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر) حفظ می‌شود [۲۲]. در نتیجه، ۸ هفته تمرینات هوازی بر پتاسیم مردان تحت همودیالیز تأثیر دارد. از آنجاکه هاپرکالمی نقش بسیار مهمی در موریبیدی و مورتالیتی بیماران همودیالیزی دارد، این فعالیت ورزشی به دفع بیشتر پتاسیم کمک می‌کند و از سکنه‌های قلبی که ناشی از هاپرکالمی است، جلوگیری می‌کند. رکاب زدن در حین دیالیز باعث افزایش گردش خون در بدن و برداشت فسفر می‌شود

محدودیت‌های پژوهش

این پژوهش نیز مانند دیگر پژوهش‌ها محدودیت‌هایی داشت؛ از جمله عدم کنترل دقیق اوره و پتاسیم و فسفر در رژیم غذایی بیماران کلیوی و محدودیت حرکتی در بالاتنه به دلیل وصل بودن به دستگاه دیالیز.

تضاد منافع

این مقاله تضاد منافع ندارد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه ما در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان (IR.IAU.H.REC.1401.044) و مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20120215009014N447) تصویب شد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همه افرادی که در این مطالعه به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

سهم نویسندگان

نویسندگان در تمامی مراحل طراحی، اجرا و نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

و میزان فسفر در محدوده نرمال حفظ خواهد شد [۲۳]. بنابراین، فرد از آثار و علائم بالینی افزایش فسفر (هایپرفسفاتمی)، که یکی از آن‌ها ایجاد خارش در بدن افراد دیالیزی است، در امان می‌ماند. توصیه می‌شود سطح سرمی فسفر بیماران که میزان فیلتراسیون گلوامرولی آن‌ها کمتر از ۶۰ میلی‌متر در دقیقه است و دیالیزی نیستند، در حد کمتر از ۴/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر حفظ شود، ولی در بیماران که دیالیزی‌اند، پیشنهاد می‌شود سطح سرمی فسفر بین ۳/۵ تا ۵/۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر حفظ شود [۱۵]. نتایج پژوهش‌های نیکلاس هارگو (۲۰۲۱)، یوری باتاگلیا (۲۰۲۱)، فلورنتینو ویلانگو (۲۰۲۰)، چیا هوپیلین (۲۰۱۹)، بشری جمشیدپور (۲۰۲۰)، می هوانگ (۲۰۱۹) و ژژن کیو (۲۰۱۷) نیز همسو با نتیجه این پژوهش هستند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که ۲۴ جلسه تمرین هوازی منجر به کاهش نسبت دور کمر به لگن و شاخص توده بدنی مردان گروه آزمایش شد. همچنین، منجر به افزایش غلظت هموگلوبین و هماتوکریت و کیفیت دیالیز بیماران کلیوی و کاهش سطح غلظت کلسیم و فسفر و پتاسیم آن‌ها شد. بنابراین، می‌توان بیان کرد که تمرینات ورزشی آثار مفیدی بر کیفیت زندگی بیماران کلیوی تحت درمان با همودیالیز دارد.

REFERENCES

- Bulley C, Koufaki P, Macdonald JH, MacDougall IC, Mercer TH, Scullion J, et al. Feasibility of randomized controlled trials and long-term implementation of interventions: insights from a qualitative process evaluation of the PEDAL trial. *Front Rehabil Sci*. 2023;4:1100084. PMID: 36817715 DOI:10.3389/fresc.2023.1100084
- Bohm C, Schick-Makaroff K, McRae JM, Tan M, Thompson S. The role of exercise in improving patient-reported outcomes in individuals on dialysis: a scoping review. *Semin Dial*. 2019;32(4):336-50. PMID: 31006928 DOI: 10.1111/sdi.12806
- Lu Y, Wang Y, Lu Q. Effects of exercise on muscle fitness in dialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol*. 2019;50(4):291-302. PMID: 31480056 DOI:10.1159/000502635
- Fang HY, Burrows BT, King AC, Wilund KR. A comparison of intradialytic versus out-of-clinic exercise training programs for hemodialysis patients. *Blood Purif*. 2020;49(1-2):151-7. PMID: 31851985 DOI: 10.1159/000503772
- Salehi F, Dehghan M, Shahrabaki PM, Ebadzadeh MR. Effectiveness of exercise on fatigue in hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2020;12:19. PMID: 32206314 DOI: 10.1186/s13102-020-00165-0
- Greenwood SA, Koufaki P, Macdonald JH, Bulley C, Bhandari S, Burton JO, et al. Exercise programme to improve quality of life for patients with end-stage kidney disease receiving hemodialysis: the PEDAL RCT. *Health Technol Assess*. 2021;25(40):1-52. PMID: 34156335 DOI: 10.3310/hta25400
- Malini H, Forwaty E, Cleary M, Visentin D. The effects of intradialytic exercise on hemodialysis adequacy: a systematic review. *J Nurs*. 2019;32(4):368-78. PMID: 30968465 DOI: 10.1111/sdi.12785
- Hargrove N, El Tobey N, Zhou Q, Pinder M, Plant B, Askin N, et al. Effect of aerobic exercise on dialysis-related symptoms in individuals undergoing maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2021;16(4):560-574. PMID: 33766925 DOI:10.2215/CJN.15080920
- Hu H, Liu X, Chau PH, Choi EPH. Effects of intradialytic exercise on health-related quality of life in patients undergoing maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *Qual Life Res*. 2022;31(7):1915-32. PMID: 34731388 DOI:10.1007/s11136-021-03025-7
- Jamshidpour B, Bahrpeyma F, Khatami MR. The effect of aerobic and resistance exercise training on the health-related quality of life, physical function, and muscle strength among hemodialysis patients with Type 2 diabetes. *J Bodyw Mov Ther*. 2020;24(2):98-103. PMID: 32507160 DOI:10.1016/j.jbmt.2020.10.003
- Johansen KL. The promise and challenge of aerobic exercise in people undergoing long-term hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2021;16(4):505-7. PMID: 33766926 DOI:10.2215/CJN.01960221
- Martin-Alemañy G, Pérez-Navarro M, Wilund KR, García-Villalobos G, Gómez-Guerrero I, Cantú-Quintanilla G, et al. Effect of intradialytic oral nutritional supplementation with or without exercise on muscle mass, quality, and physical function in hemodialysis patients: a pilot study. *Nutrients*. 2022;14(14):2946. PMID: 35889902 DOI:10.3390/nu14142946
- Rhee SY, Song JK, Hong SC, Choi JW, Jeon HJ, Shin DH, et al. Intradialytic exercise improves physical function and reduces intradialytic hypotension and depression in

- hemodialysis patients. *Korean J Intern Med.* 2019;**34**(3):588-98. PMID: [28838226](#) DOI: [10.3904/kjim.2017.020](#)
14. Song Y, Chen L, Wang M, He Q, Xue J, Jiang H. The optimal exercise modality and intensity for hemodialysis patients incorporating Bayesian network meta-analysis and systematic review. *Front Physiol.* 2022;**13**:945465. PMID: [36200055](#) DOI: [10.3389/fphys.2022.945465](#)
15. Tabibi MA, Cheema B, Salimian N, Corrêa HL, Ahmadi S. The effect of intradialytic exercise on dialysis patient survival: a randomized controlled trial. *BMC Nephrol.* 2023;**24**(1):100. PMID: [37069527](#) DOI: [10.1186/s12882-023-03158-6](#)
16. Wilund KR, Viana JL, Perez LM. A critical review of exercise training in hemodialysis patients: personalized activity prescriptions are needed. *Exerc Sport Sci Rev.* 2020;**48**(1):28-39. PMID: [31453844](#) DOI: [10.1249/JES.0000000000000209](#)
17. Zhou L, Shi D, Zhang L, Wang Q, Chen L, Chen H. Does intradialytic group exercise program influence patient-reported outcomes, laboratory parameters, and anthropometric parameters in maintenance hemodialysis patients? A single-group repeated-measures trial. *Patient Prefer Adherence.* 2023;**17**:491-501. PMID: [36852381](#) DOI: [10.2147/PPA.S400005](#)
18. Scapini KB, Bohlke M, Moraes OA, Rodrigues CG, Inácio JF, Sbruzzi G, et al. Combined training is the most effective training modality to improve aerobic capacity and blood pressure control in people requiring hemodialysis for end-stage renal disease: systematic review and network meta-analysis. *J Physiother.* 2019;**65**(1):4-15. PMID: [30581137](#) DOI: [10.1016/j.jphys.2018.11.008](#)
19. Huang M, Lv A, Wang J, Zhang B, Xu N, Zhai Z, et al. The effect of intradialytic combined exercise on hemodialysis efficiency in end-stage renal disease patients: a randomized-controlled trial. *Int Urol Nephrol.* 2020;**52**(5):969-76. PMID: [32301053](#) DOI: [10.1007/s11255-020-02459-1](#)
20. Qiu Z, Zheng K, Zhang H, Feng J, Wang L, Zhou H. Physical exercise and patients with chronic renal failure: a meta-analysis. *Biomed Res Int.* 2017;2017:7191826. PMID: [28316986](#) DOI: [10.1155/2017/7191826](#)
21. Huang M, Lv A, Wang J, Xu N, Ma G, Zhai Z, et al. Exercise training and outcomes in hemodialysis patients: systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol.* 2019;**50**(4):240-54. PMID: [31454822](#) DOI: [10.1159/000502447](#)
22. Zang W, Fang M, He H, Mu L, Zheng X, Shu H, et al. Comparative efficacy of exercise modalities for cardiopulmonary function in hemodialysis patients: a systematic review and network meta-analysis. *Front Public Health.* 2022;**10**:1040704. PMID: [36530731](#) DOI: [10.3389/fpubh.2022.1040704](#)
23. Yang L, He Y, Li X. Physical function and all-cause mortality in patients with chronic kidney disease and end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis. *Int Urol Nephrol.* 2023;**55**(5):1219-28. PMID: [36322336](#) DOI: [10.1007/s11255-022-03397-w](#)