مجلـه‌ی علمـی، پژوهشـی دانشـگاه علـوم پزشـکی زنجـان
دوره‌ی ۲۵, شماره‌ی ۱۱۰, مرداد و شهریور ۱۳۹۶, صفحات ۹۴ تا ۱۰۴

# تاثیر تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین همودیالیز بر سطح پلاسمایی هموسیستئین و عملکرد بدنی بیماران همودیالیزی

اکرم کریمی[۱]، دکتر اکبر اعظمیان جزی[۲]، دکتر محمد فرامرزی[۲]، دکتر شهرزاد شهیدی[۳]، زهرا اعظمیان جزی[٤]

**نویسنده‌ی مسئول:** گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد azamianakbar@yahoo.com

دریافت: ۹۵/٤/۲ پذیرش: ۹۲/۷/۱۲

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *افزایش هموسیستئین ناشی از نارسایی کلیوی و کم تحرکی بدنی می‌تواند بیماران همودیالیزی را در معرض ابتلا بـه بیمـاری‌هـای قلبی- عروقی قرار دهد. از طرفی تمرینات ورزشی ممکن است بر سطح هموسیستئین و عملکرد بدنی این بیمـاران تـاثیر مطلـوبی داشـته باشـد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین همودیالیز بر سطح پلاسمایی هموسیستئین و عملکرد بدنی بیماران همودیالیزی انجام شد.*

***روش بررسی:*** *در این تحقیق نیمه تجربی، ۱٦ بیمار همودیالیزی با میانگین سنی (۵۷/۷۵±۹/۷۸ سال) به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی کنترل و تجربی تقسیم شدند. تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز در گروه تجربی به‌مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه انجام شد. شدت تمرینات از ٤۰ تا ٤۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره در هفته‌ی اول شروع شد و در هفته‌های پایانی به ٦۵ تا ۷۰ درصد رسید. سطح هموسیستئین و عملکرد بدنی بیماران قبل و بعد از ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی اندازه‌گیری شد.*

***یافته‌ها:*** *سطح هموسیستئین پلاسما (P=۰/۰۲۹) و شاخص‌های عملکرد بدنی شامل: سرعت راه رفتن (P=۰/۰۰۱)، زمان ۵ بار برخاست از روی صندلی (P=۰/۰۰۱) و زمان بالا رفتن از پله در گروه تجربی (P=۰/۰۰۲)، پس از هشت هفته تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز به‌طور معنی‌داری بهبود یافت.*

***نتیجه‌گیری:*** *تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز به‌واسطه کاهش سطح هموسیستئین ممکن است تاثیر مطلوبی بر وضعیت قلبی- عروقی بیماران همودیالیزی داشته باشد. همچنین، می‌تواند عملکرد بدنی این بیماران را بهبود بخشد.*

***واژگان کلیدی: همودیالیز، تمرین ورزشی، هموسیستئین***

## مقدمه

افزایش روز افزون بیماران کلیوی نیازمند به پیونـد کلیـه، مسئله‌ی اصلی نفرولوژی مـدرن اسـت (۱) دو سـوم بیمـاران همودیالیزی در طی ۵ سال اول شروع فرایند درمان، جان خود را به دلیـل ابـتلا بـه بیمـاری‌هـای قلبـی- عروقـی از دسـت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۲- دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۳- فوق تخصص نفرولوژی، استاد گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان
٤- دانشجوی پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان

می‌دهند (۲). نارسایی کلیه که بر اثر از دست رفتن توده‌ی فعال کلیه به وجود می‌آید، شایع ترین علت بالینی بروز هایپرهموسیستئینمی می‌باشد (٤و ۳). شیوع هایپرهموسیستئینمی در بین بیماران دارای نارسایی کلیوی مزمن، ۸۵ تا ۱۰۰ درصد است (۵). هایپرهموسیستئینمی با افزایش خطر بروز بیماری‌های قلبی - عروقی همراه است و بین سطح هموسیستئین گردش خون و آترواسکلروز همبستگی مثبت بالایی وجود دارد (٦و ٤). با افزایش مزمن هموسیستئین پلاسما، ضخامت دیواره‌ی سرخرگ ها افزایش یافته و شرایط لازم برای افزایش LDL-C مهیا شده (٤) و در نتیجه، احتمال بروز بیماری‌های قلبی- عروقی افزایش می‌یابد (۷). افزایش ۳ میکرومول بر لیتر هموسیستئین ناشتا می‌تواند ابتلا به بیماری ایسکمیک قلبی را ۱۱ درصد و بروز سکته‌ی مغزی را ۱۹ درصد افزایش دهد (۸). بالا بودن سطح هموسیستئین در بیماران همودیالیزی به‌عنوان فاکتور مستقل بیماری‌های قلبی- عروقی در نظر گرفته می‌شود (۹). اگر سطح هموسیستئین بیماران همودیالیزی به چهار قسمت تقسیم شود، خطر حمله‌ی قلبی یا سکته مغزی در افرادی که در بالاترین چارک قرار گرفته‌اند، تقریبا دو برابر افرادی است که در پایین ترین چارک قرار می‌گیرند (٦). ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی عامل اصلی ۵۰ درصد از مرگ و میرها در بیماران مبتلا به نارسایی کلیه گزارش شده است (۱۰).

با این که تاثیر تمرین‌های ورزشی بر بهبود بیماری‌های قلبی- عروقی در افراد عادی به خوبی شناخته شده است، ولی در مورد تاثیر تمرین‌های ورزشی بر بیماری‌های قلبی- عروقی در بیماران همودیالیزی اطلاعات زیادی در دست نیست (۲). آمادگی بدنی، مدت، شدت و نوع تمرینات ورزشی می‌تواند سطح هموسیستئین خون را تحت تاثیر قرار دهد (۱۲و ۱۱). مطالعه روی افراد غیر دیالیزی نشان داده است که ۲۰ هفته رکاب زنی روی دوچرخه ارگومتر (با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد $VO_{2max}$)(۱۲) و نیز ۱۲ هفته تمرین هوازی موزون (۱۳) به‌طور معنی‌داری سطح هموسیستئین را کاهش می‌دهد. تحرک بدنی و تحمل فعالیت بدنی در بیماران همودیالیزی نسبت به افراد سالم کمتر است (۱). ظرفیت هوازی، قدرت عضلانی و استقامت این بیماران تقریبا نصف افراد سالم می‌باشد. سوء تغذیه، میوپاتی و نوروپاتی ناشی از تجمع اوره، عملکرد بدنی این بیماران را تضعیف می‌نماید (١٤). فعالیت فیزیکی این بیماران پس از شروع دیالیز، هرماه ٤/۳ درصد کاهش یافته (۱۵) و احتمال ناتوانی و مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی در بین آن‌ها را افزایش می‌دهد (١٦). همچنین، علی رغم شواهد معتبری که بر ناکافی بودن فعالیت جسمانی در بیماران همودیالیزی تاکید دارند، هنوز هم توصیه به فعالیت ورزشی از طرف درمانگران رواج چندانی ندارد (۱۷). در تحقیقی، ۹۷ درصد از ۵۰۵ نفر نفرولوژیست معتقد بودند که فعالیت‌های بدنی برای این بیماران مهم و ضروری است. ولی با این حال، فقط ۳۸ درصد از آن‌ها انجام تمرینات ورزشی منظم را به بیماران خود توصیه کرده بودند (۱۸). در چندین پژوهش بر لزوم انجام پژوهش‌های بیش‌تر برای روشن‌تر شدن همه جانبه تاثیر تمرینات ورزشی بر بیماران همودیالیزی تاکید شده است (١٤و ۱). در مورد تاثیر تمرینات ورزشی بر عملکرد بدنی بیماران دیالیزی می‌توان به تحقیق ویلاند و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کرد که عملکرد بدنی بیماران تحقیق مذکور پس از ٤ ماه تمرین استقامتی حین همودیالیز به طور معنی‌داری بهبود یافت (۱۹) و نیز در تحقیق هنریک و همکاران (۲۰۱۰)، مسافت طی شده در آزمون ٦ دقیقه راه رفتن در بیماران مبتلا به بیماری کلیوی مزمن پس از ۱۲ ماه تمرین هوازی حین دیالیز به‌طور معنی‌داری بهبود یافت (۲۰).

بنابراین، با توجه به بالا بودن سطح هموسیستئین در بیماران همودیالیزی، کم تحرکی بدنی آنها و از طرف دیگر، تاثیر احتمالا مثبت تمرینات ورزشی بر سطح هموسیستئین و

عملکرد بدنی، هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز بر سطح پلاسمایی هموسیستئین و عملکرد بدنی بیماران همودیالیزی تعیین شد.

## روش بررسی

این کارآزمایی بالینی با کد IRCT2016061528406N3 در سایت irct.ir و با کد کمیته‌ی اخلاقی شماره ۱۴۰/۲۹۰۳ در دانشگاه شهرکرد به تصویب رسیده است. در این تحقیق نیمه تجربی، ۱۸ نفر از بیماران مراجعه کننده به بخش دیالیز بیمارستان شهید منتظری نجف آباد که بر اساس معیارهای ورود به‌مطالعه به‌عنوان آزمودنی‌های این تحقیق انتخاب شده بودند به‌طور تصادفی به دو گروه ۹ نفره کنترل و تجربی تقسیم شدند. پس از ریزش دو نفر از آزمودنی‌ها، در مجموع ۸ نفر (۵ زن و ۳ مرد) از گروه تجربی و ۸ نفر (۶ زن و ۲ مرد) از گروه کنترل در آزمون پایانی شرکت کردند. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

*جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های عمومی بیماران*

| مشخصه | گروه تجربی | | | گروه کنترل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | کل | زن | مرد | کل | زن | مرد |
| تعداد | ۸ | ۵ | ۳ | ۸ | ۶ | ۲ |
| سن (سال) | ۵۴/۷۵ ±۹/۳۲ | ۵۴/۲۰±۷/۶۶ | ۵۵/۶۷±۱۳/۵۸ | ۶۰/۷۵±۹/۹۱ | ۵۹/۶۷±۹/۵۸ | ۶۴/۰۰±۱۴/۱۴ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۶۵/۱۳±۹/۲۸ | ۱۶۱/۰۰±۴/۰۰ | ۱۷۲/۰۰±۱۲/۴۹ | ۱۶۵/۳۸±۵/۷۱ | ۱۶۲/۶۷±۲/۳۴ | ۱۷۳/۵۰±۴۲/۹۵ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۷/۹۴±۱۳/۳۱ | ۵۳/۲۰±۷/۲۸ | ۶۵/۸۳±۱۹/۰۹ | ۶۳/۱۹±۸/۰۱ | ۵۹/۷۵±۴/۳۳ | ۷۳/۵۰±۸/۴۸ |
| طول دوره دیالیز (ماه) | ۳۳/۵۰±۱۷/۹۷ | ۳۰/۸۰±۱۵/۹۹ | ۳۸/۰۰±۲۴/۰۰ | ۳۷/۱۳±۱۵/۳۸ | ۳۸/۵۰±۱۵/۲۲ | ۳۳/۰۰±۲۱/۲۱ |

معیارهای بالینی ورود به این مطالعه عبارت بودند از: عدم وجود بیماری قلبی و ریوی شناخته شده، نداشتن سابقه‌ی سکته مغزی و عدم وجود هر گونه اختلال در سیستم عضلانی اسکلتی که مانع از انجام فعالیت ورزشی مورد نظر این پژوهش شود. معیارهای بالینی خروج از مطالعه عبارت بودند از بروز هرگونه علایم خطرزا و هشدار دهنده‌ی قلبی- عروقی و نیز هرگونه بیماری یا اختلالی که مانع ادامه‌ی تمرین ورزشی شود. آزمودنی‌های انتخاب شده، بیمارانی بودند که حداقل ۱۴ ماه، هفته‌ای سه مرتبه دیالیز می‌شدند و ظرف یک سال گذشته هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام نداده بودند. در پژوهش حاضر، بیماران گروه تجربی به مدت ۸ هفته (سه جلسه در هفته) در برنامه تمرین هوازی رکاب زنی با استفاده از دوچرخه برقی (Medi-bike ساخت سوئیس) در طی ۲ ساعت اول دیالیز شرکت کردند (دوچرخه بر روی تخت بیمار قرار می‌گرفت). جزئیات پروتکل تمرینی و نحوه‌ی اعمال اضافه بار در جدول ۲ ارائه شده است. تعداد دور دستگاه در دقیقه قابل کنترل بود و توسط پژوهش‌گر و گاهی خود آزمودنی‌ها تنظیم می‌شد. قبل از شروع برنامه‌ی اصلی در هر جلسه تمرین، آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه با چند حرکت کششی ساده و رکاب زنی آرام که با حداقل دور انجام می‌شد، بدن خود را گرم می‌کردند. در پایان هر جلسه نیز به مدت ۲ تا ۳ دقیقه به همین ترتیب، بدن خود را سرد می‌کردند (۲۲و ۲۱). شدت تمرین از ۴۰ تا ۴۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره در هفته‌ی

اول شروع و در هفته‌های پایانی به ٦٥ تـا ٧٠ درصـد رسـید. محاسبه شدت تمرین با استفاده از فرمول زیر انجام شد (٢٣).

$$\text{Target HR} = [(HR_{max} - HR_{rest}) \times \%\ \text{intensity desired}] + HR_{rest}$$

*جدول ٢: پروتکل تمرین ورزشی گروه تجربی*

| هفته ها | مدت فعالیت (دقیقه) | شدت (درصد از حداکثر ضربان قلب ذخیره) |
|---|---|---|
| اول | ٧/٥+٧/٥ | ٤٠-٤٥ |
| دوم | ١٥+١٥ | ٤٥-٥٠ |
| سوم | ٢٠+٢٠ | ٥٠-٥٥ |
| چهارم | ٢٥+٢٥ | ٥٥-٦٠ |
| پنجم | ٣٠+٣٠ | ٦٥-٧٠ |
| ششم | ٣٠+٣٠ | ٦٥-٧٠ |
| هفتم | ٣٠+٣٠ | ٦٥-٧٠ |
| هشتم | ٣٠+٣٠ | ٦٥-٧٠ |

با این که سعی شد شدت تمرینات در سطح تعیین شده حفظ شود، ولی برای کنتـرل و تعـدیل فـشاری کـه بـر بیمـار وارد می‌شد از مقیاس ٢٠ نقطه‌ای بـورگ نیـز اسـتفاده شـد تـا در صورتی که درک فشار بیمار بیش از حد می‌شـد بـه صـورت مقطعی از بار کار کاسته شود. برای این منظور، نقطه‌ی ١٢ تـا ١٤ مقیاس بورگ انتخاب شد (١٩). علاوه بر این بـه بیمـاران سفارش شده بود تا در صورت احساس درد در قفـسه سـینه، قلب و همچنین در صورت احساس خستگی مفرط تمرین را متوقف کنند (٢٤). وزن هر بیمار به صورت بدون کفش و بـا حداقل لباس بر حسب کیلوگرم با استفاده از ترازوی مجهز به قد سنج Seca (ساخت شرکت سکا، آلمان) با دقـت کمتـر از ١٠٠ گرم و قد آن‌ها نیز بدون کفش و بر حسب سانتی‌متر بـا دقت ٠/٥ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نمایه توده بـدنی (BMI) آزمودنی‌ها در قبل و بعد از برنامـه تمـرین هـوازی از طریـق تقسیم وزن (کیلوگرم) بـر مجـذور قـد (متـر مربـع) محاسـبه گردیـد. بـرای انـدازه‌گیـری سـطح هموسیـستئین پلاسـما، نمونه‌های خون به میزان ٥ سی‌سی، ٤٨ ساعت قبل و بعـد از ٨ هفته تمـرین ورزشـی گرفتـه شـد (قبـل از انجـام دیـالیز). هموسیستئین با استفاده از دسـتگاه Elisa stat fax و بـا کیـت آزمایشگاهی (Axis-shield ساخت انگلستان) به روش آنـزیم ایمونواسی با دقت ١ میکرومول بر لیتر اندازه‌گیری شد.

عملکرد بدنی بیماران بـا اسـتفاده از آزمـون‌هـای سـرعت راه رفتن، زمان برخاست از روی صندلی و زمان بالا رفتن از پلـه اندازه‌گیری شد (٢٥). سرعت راه رفتن بر اسـاس زمـان طـی مسافت ١٥٢٤ سانتی‌متری با گام های معمولی محاسـبه شـد. زمان برخاست از روی صندلی بـا اسـتفاده از صـندلی بـدون دسته، بدون کمک گرفتن از دست‌ها و با حداکثر سرعت قابل انجام اندازه‌گیری شد. همچنـین زمـان بـالا رفـتن از پلـه، بـا استفاده از پله‌هایی به ارتفاع ١٧/٥ سانتی متـر و بـا گـام‌هـای معمولی اندازه‌گیری گردید (٢٥).

برای دسته بندی و تحلیل اولیه‌ی داده‌ها از آمار توصیفی، برای بررسـی چگـونگی توزیـع داده‌هـا از آزمـون کولمـوگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه مقادیر پایه‌ای (پیش آزمون) متغیرهـا بین زن و مرد از آزمون t مستقل و برای مقایـسه دو گـروه از آزمون تحلیل کواریانس استفاده شد. سطح معنی‌داری آمـاری P<٠/٠٥ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (نسخه ٢٠) انجام گردید.

## یافته ها

جدول ٣ نشان می‌دهد که مقادیر پایه‌ای متغیرها بین زن و مرد تفاوت معنی‌داری ندارند. بنـابراین، جنـسیت بیمـاران در تجزیه و تحلیل داده‌ها نادیـده گرفتـه شـد. همچنـین، مقـادیر پایه‌ای متغیرها بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی‌داری نداشتند (P<٠/٠٥).

*جدول ۳: مقایسه‌ی مقادیر پایه‌ای (پیش آزمون) متغیرها بین زن و مرد*

| مشخصه | زن (۱۱ نفر) | مرد (۵ نفر) | t | P |
|---|---|---|---|---|
| | M ± SD | M ± SD | | |
| سن (سال) | ۵۷/۱۸±۸/۸۱ | ۵۹/۰۰±۱۲/۷۷ | -۰/۳۳ | ۰/۷۴۳ |
| BMI ($kg/m^2$) | ۲۱/۶۱±۲/۳۴ | ۲۲/۸۵±۲/۹۲ | -۰/۸۹ | ۰/۳۸۹ |
| طول دوره دیالیز (ماه) | ۳۵/۰۰±۱۵/۲۷ | ۳۶/۰۰±۲۰/۲۰ | -۰/۱۱ | ۰/۹۱۴ |
| هموسیستئین (میکرو مول بر لیتر) | ۳۱/۵۶±۱۰/۸۶ | ۳۲/۲۸±۸/۵۱ | -۰/۱۵ | ۰/۸۸۳ |
| سرعت راه رفتن (سانتی‌متر بر ثانیه) | ۸۶/۱۵±۹/۳۳ | ۹۹/۲۹±۲۰/۵۱ | ۱/۳۷ | ۰/۲۳۲ |
| زمان ۵ بار برخاست از روی صندلی (ثانیه) | ۱۷/۰۰±۳/۰۵ | ۱۷/۳۰±۱/۲۹ | -۰/۰۸ | ۰/۹۳۹ |
| زمان بالا رفتن از ۱۲پله (ثانیه) | ۱۸/۹۶±۳/۲۴ | ۱۷/۶۸±۱/۷۲ | ۰/۸۲ | ۰/۴۲۴ |

***M* = میانگین و *SD*= انحراف استاندارد**

میانگین و انحراف استاندارد تغییرات بین گروهی متغیرها بعد از ۸ هفته تمرین هوازی در جدول ٤ ارائه شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود هموسیستئین (P=۰/۰۲۹)، سرعت راه رفتن (P=۰/۰۰۱)، زمان ۵ بار نشست و برخاست از روی صندلی (P=۰/۰۰۱) و زمان بالا رفتن از ۱۲پله (P=۰/۰۰۲) در مقایسه دو گروه کنترل و تجربی بهبود معنی‌داری داشته، ولی BMI تغییرات معنی‌داری نداشته است (P=۰/۲۲۵).

*جدول ٤: تغییرات متغیرهای تحقیق پس از ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز*

| متغیرها | گروه | پیش آزمون (M±SD) | پس آزمون (M±SD) | df | F | P | Eta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| هموسیستئین (میکرو مول بر لیتر) | تجربی | ۳٤/۸۸±۱۱/۲۷ | ۲٦/۷٦±۷/۳۵ | ۱۳ و ۱ | ٦/۰٤ | ۰/۰۲۹ | ۰/۳۱۷ |
| | کنترل | ۲۸/۷۵±۷/۸٦ | ۲۹/٦۱±۱۰/۰۳ | | | | |
| سرعت راه رفتن (سانتی متر بر ثانیه) | تجربی | ۸۹/۲۲±۱٤/٦۱ | ۱۰۲/۰۷±۲۱/۸۸ | ۱۳ و ۱ | ۱۸/۰۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵۸۲ |
| | کنترل | ۹۱/۲۹±۱۵/۲۹ | ۹۰/۲۲±۱۲/۹۱ | | | | |
| زمان ۵ بار برخاست از روی صندلی (ثانیه) | تجربی | ۱۷/۳۹ ±۲/۰۵ | ۱۲/۹٦±۱/٦۷ | ۱۳ و ۱ | ۲٤/۸٤ | ۰/۰۰۱ | ۰/٦۵٦ |
| | کنترل | ۱۷/۰۵±۳/۱۵ | ۱۸/۷۲±۵/۱۰ | | | | |
| زمان بالا رفتن از ۱۲پله (ثانیه) | تجربی | ۱۸/٦۲±۳/۰۹ | ۱٦/۸۵±۳/۲٦ | ۱۳ و ۱ | ۱۵/۹۷ | ۰/۰۰۲ | ۰/۵۵۱ |
| | کنترل | ۱۸/۵۰±۲/۸۲ | ۱۸/۵۹ ±۲/۸۰ | | | | |
| BMI ($kg/m^2$) | تجربی | ۲۱/۰۰±۲/۸۱ | ۲۱/٤۹±۳/٤۵ | ۱۳ و ۱ | ۱/٦۲ | ۰/۲۲۵ | ۰/۱۱۱ |
| | کنترل | ۲۳/۰٤ ±۱/۷۹ | ۲۲/۹۵ ±۱/۸۲ | | | | |

***M* = میانگین و *SD*= انحراف استاندارد**

## بحث

سطح هموسیستئین پلاسما در گروه تجربی پس از ۸ هفته تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تا جایی که محققان پژوهش حاضر دسترسی داشتند، تاثیر تمرین ورزشی حین همودیالیز بر سطح هموسیستئین پلاسما در بیماران مبتلا به نارسایی کلیه ناشناخته مانده بود و به اطلاعاتی **در** این زمینه دست نیافتیم. از این رو، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های انجام شده در خصوص تاثیر تمرینات ورزشی بر سطح هموسیستئین افراد غیر دیالیزی مقایسه گردید.

سطح طبیعی هموسیستئین پلاسما ۵ تا ۱۵ میکرومول بر لیتر است (۲۶)، که هایپرهموسیستئینمی به سه دسته متوسط (۱۵ تا ۳۰ میلی‌مول بر لیتر)، بینابینی (۳۱ تا ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر) و شدید (بیش از ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر) طبقه بندی می‌شود (۲۷). آزمودنی‌های پژوهش حاضر بر اساس این طبقه‌بندی در دسته متوسط تا بینابینی قرار گرفتند. در مورد علت هایپرهموسیستئینمی در این بیماران، ممکن است افزایش اوره باعث مهار آنزیم‌های درگیر در متابولیسم هموسیستئین شده و در نتیجه سطح پایه هموسیستئین آزمودنی‌های پژوهش حاضر را در مقایسه با افراد عادی افزایش داده باشد (۲۸). کاهش سطح هموسیستئین در آزمودنی‌های پژوهش حاضر با یافته‌های اوکورا و همکاران (۲۰۰۶) هم خوانی داشت. آنها در تحقیقی بر روی ۸۱۶ زن و مرد سیاه پوست و سفید پوست ۱۷ تا ۶۵ ساله دریافتند که سطح هموسیستئین در آزمودنی‌هایی که سطح پایه هموسیستئین بالایی داشتند بر اثر ۲۰ هفته تمرین ورزشی منظم (رکاب زنی روی دوچرخه ارگومتر با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد $VO_{2max}$) به میزان ۱۵ درصد کاهش یافت (۱۲). در تحقیق دهقان و همکاران (۲۰۰۹) نیز سطح هموسیستئین تام پلاسمای زنان سالمند ۶۰ تا ۸۵ ساله بر اثر ۸ هفته تمرین هوازی کم فشار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۱۳) که با نتیجه‌ی تحقیق حاضر همسو است. در تحقیق مذکور سطح هموسیستئین تام پلاسمای گروه تجربی از ۵۵/۱۸ به ۱۲/۷۳ میکرومول بر لیتر کاهش یافت که این کاهش در مقایسه با تحقیق ما (از ۳۴/۸۸ به ۲۶/۷۶ میکرومول بر لیتر، یعنی به میزان ۲۳/۲۸ درصد) چشمگیرتر بود. کاهش بیشتر هموسیستئین در تحقیق مذکور را می‌توان به غیر دیالیزی بودن آزمودنی‌های آن تحقیق و نیز متفاوت بودن شیوه‌ی اجرای تمرین نسبت داد. تمرین آن‌ها از نوع هوازی موزون بود که به‌صورت عادی و با تحمل وزن بدن انجام می‌شد، در حالی که آزمودنی‌های ما با دوچرخه و بدون تحمل وزن بدن، تمرینات خود را انجام می‌دادند. لازم به ذکر است که تاثیر بهتر تحمل وزن بدن بر میزان تاثیر گذاری تمرینات ورزشی کاملا به اثبات رسیده است (۲۴و۶). در تحقیق حاضر از تمرینات با تحمل وزن بدن استفاده نشد، چرا که بهترین زمان اجرای تمرین برای بیماران همودیالیزی زمانی است که تحت دیالیز قرار دارند (۲۹و ۲۲).

جلسک و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر تمرین هوازی کوتاه مدت و درازمدت بر سطح هموسیستئین پرداختند. این مطالعه بر روی ۶۹ نفر داوطلب غیرفعال ۲۱ ساله انجام شد. سطح هموسیستئین پس از ۶ هفته تمرین هوازی زیر بیشینه تغییر معنی‌داری نداشت (۳۰). نتایج تحقیق مذکور با تحقیق حاضر مغایرت دارد. این عدم هم خوانی را می‌توان به جوان بودن آزمودنی‌های آنها و نیز پایین‌تر بودن سطح پایه‌ی هموسیستئین آزمودنی‌ها در آن پژوهش نسبت داد. در تحقیق کوپر و همکاران (۲۰۰۰)، پیاده روی کم شدت، تغییر معنی داری در سطح هموسیستئین پلاسمای ۱۶ مرد غیرفعال ۲۸ تا ۴۰ ساله به وجود نیاورد (۳۱). دلیل ناهمسو بودن تحقیق آن‌ها با تحقیق حاضر را می‌توان به کم بودن نسبی شدت تمرین و پایین‌تر بودن سطح پایه هموسیستئین در آزمودنی‌های آن‌ها نسبت داد. جوبرت و

همکاران در مطالعه‌ی خود به این نتیجه رسیدند که سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها مدت، شدت و نوع تمرینات ورزشی می‌تواند بر هموسیستئین خون تاثیر داشته باشد (۱۱). بالا بودن سطح هموسیستئین باعث بروز آسیب‌های آندوتلیالی شده و در نتیجه، تعداد سلول‌های آندوتلیالی را کاهش می‌دهد (۳۲). حالا اگر بالا بودن سطح هموسیستئین در بیماران تحقیق حاضر را با کاهش تعداد این سلول‌ها مرتبط بدانیم، افزایش تعداد سلول‌های پیش ساز آندوتلیالی پس از تمرینات ورزشی منظم (۳۲) می‌تواند توجیه کننده کاهش سطح هموسیستئین در تحقیق حاضر باشد. لازم به ذکر است که نقش مثبت سلول‌های پیش ساز آندوتلیالی در بازسازی و تولید عروق خونی جدید و در نتیجه، بهبود وضعیت قلبی- عروقی نیز وجود رابطه بین سطح هموسیستئین و سلول‌های پیش ساز آندوتلیالی در خصوص این مبحث را تایید می‌کند (۳۳).

بر اثر تمرینات ورزشی، نیاز به انرژی حاصل از کاتابولیسم اسیدهای آمینه و از جمله، متیونین افزایش می‌یابد، حال با توجه به اینکه هموسیستئین یکی از مواد واسطه‌ای متابولیسم متیونین است، کاهش سطح آن را می‌توان با کاهش سطح هموسیستئین مرتبط دانست (۳٤). همچنین، افزایش جذب ویتامین‌های موثر در چرخه هموسیستئین و به ویژه ویتامین‌های گروه B بر اثر تمرینات هوازی می‌تواند به کاهش میزان هموسیستئین و نیز تبدیل آن به متیونین و سیستئین بیانجامد و در نتیجه، سطح در گردش خون هموسیستئین را کاهش دهد (۱۳). همچنین، با توجه به اینکه بهبود عملکرد بدنی باعث می‌شود تا تحرک و فعالیت بدنی بیمار افزایش یافته و در نتیجه میزان انرژی مصرفی او در کل افزایش یابد، به نظر می‌رسد که بهبود معنی‌دار عملکرد بدنی بیماران پژوهش حاضر که با نتایج تحقیقات ویلاند و همکاران (۲۰۱۰) و هنریک و همکاران (۲۰۱۰) نیز هم خوانی دارد (۲۰ و۱۹)، ممکن است به دلیل افزایش دادن انرژی مورد نیاز، کاتابولیسم متیونین (۳٤) را افزایش داده و به این ترتیب در کاهش سطح هموسیستئین نقش داشته باشد. نارسایی پیشرفته کلیوی با از دست رفتن پروتئین عضلات (به ویژه عضلات اسکلتی) همراه است (۱). کاهش توده‌ی عضلانی در بیماران تحت همودیالیز را به دریافت ناکافی غذا، کاتابولیسم پیشرونده پروتئین، اسیدوز متابولیک، التهاب مزمن، اختلالات هورمونی، اختلال در سنتز پروتئین و کم‌تحرکی نسبت داده‌اند (۳۵). بنابراین، بهبود عملکرد بدنی بیماران تحقیق حاضر را می‌توان به مجموعه‌ای از عوامل مذکور نسبت داد. در مورد تاثیر تمرین هوازی پژوهش حاضر بر آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی ذکر این نکته ضروری است که افزایش فعالیت بدنی در اندام فوقانی (حرکات ریتمیک) می‌تواند از طریق سیستم عصبی، هماهنگی و فراخوانی عضلات اندام تحتانی را بهبود بخشد (۳۶). همچنین با توجه به اینکه هدف این آزمون‌ها ارزیابی توانایی افراد در انجام کارهای روزانه زندگی است (۲۵) و بیماران دیالیزی از این نظر در سطح پایینی قرار دارند (۱۸و ۱)، بنابراین، افزایش فعالیت اندام فوقانی تاثیر قابل توجهی بر عملکرد اندام تحتانی و نتایج این آزمون‌ها داشته است.

## نتیجه گیری

به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد تمرین ورزشی هوازی تناوبی حین دیالیز به واسطه کاهش سطح پلاسمایی هموسیستئین می‌تواند تاثیر مطلوبی بر وضعیت قلبی- عروقی بیماران همودیالیزی داشته باشد. همچنین، می‌تواند عملکرد بدنی این بیماران را بهبود بخشد. برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌گردد که تاثیر انواع دیگر تمرینات ورزشی بر سطوح مختلف هموسیستئین مورد مطالعه قرار گیرد.

## تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهرکرد می‌باشد. از همکاری بی‌دریغ و

صمیمانه‌ی بیماران ارجمند و همه‌ی عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند، سپاسگزاریم.

**References**

1- Kosmadakis GC, Bevington A, Smith AC, et al. Physical exercise in patients with severe kidney disease. *Nephron Clinical Practice*. 2010; 115: c7-c16.

2- Wu PT, Tomayko EJ, Chung HR, et al. Efficacy of intra-dialytic cycling on physical performance and cardiovascular disease in hemodialysis patients. *Med Sci Sport Exercise*. 2009; 41: 32.

3- Bennett PN, Breugelmans L, Barnard R, et al. Sustaining a hemodialysis exercise program: a review. *Semin Dial*. 2010; 23: 62-73.

4- Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong's Review of Medical Physiology: McGraw-Hill 2010.

5- Suliman ME, Lindholm B, Barany P, Bergstrom J. Hyperhomocysteinemia in chronic renal failure patients: relation to nutritional status and cardiovascular disease. *Clin Chem Lab Med*. 2001; 39: 734-8.

6- Katch VL, McArdle WD, Katch FL. Essentials of exercise physiology: Lippincott Williams & Wilkins 2011.

7- Miyao MK, Hosoi T, Inoue S, Shiraki M, Ouchi Y. Possible involvement of increasing plasma homocysteine level in the age dependent bone loss. *J Bone Mineral Res*. 2000; 15: S459.

8- Smulders YM, Blom HJ. The homocysteine controversy. *J Inherited Metab Dis*. 2011; 34: 93-9.

9- Gauthier GM, Keevil JG, McBride PE. The association of homocysteine and coronary artery disease. *Clin Cardiol*. 2003; 26: 563-8.

10- Tamadon MR, Jamshidi L, Soliemani A, Ghorbani R, Malek F, Malek M. Effect of different doses of folic acid on serum homocysteine level in patients on hemodialysis. *Iran J Kidney Dis*. 2011; 5: 93-6.

11- Joubert LM, Manore MM. Exercise, nutrition, and homocysteine. *Int J Sport Mut Exercise Metab*. 2006; 16: 341-61.

12- Okura T, Rankinen T, Gagnon J, et al. Effect of regular exercise on homocysteine concentrations: the HERITAGE Family Study. *Europ J Apply Physiol*. 2006; 98: 394-401.

13- Dehghan S, Sharifi G, Faramarzi M. The effect of eight week low impact rhythmic aerobic training on total plasma homocysteine concentration in older non-athlete women. *J Mazand Univ Med Sci*. 2009; 19: 54-9.

14- Giannaki CD, Stefanidis I, Karatzaferi C, et al. The effect of prolonged intradialytic exercise in hemodialysis efficiency indices. *ASAIO J*. 2011; 57: 213-18.

15- Johansen KL, Kaysen GA, Young BS, Hung AM, da Silva M, Chertow GM. Longitudinal study of nutritional status, body composition, and physical function in hemodialysis patients. *Am J Clin Nut*. 2003; 77: 842-6.

16- Shlipak MG, Fried LF, Cushman M, et al. Cardiovascular mortality risk in chronic kidney disease: comparison of traditional and novel risk factors. *JAMA*. 2005; 293: 1737-45.

17- Painter P. Exercise in chronic disease: physiological research needed. *Exercise Sport Sci Rev*. 2008; 36: 83-90.

18- Johansen KL, Sakkas GK, Doyle J, Shubert T, Dudley RA. Exercise counseling practices among nephrologists caring for patients on dialysis. *Am J Kidney Dis*. 2003; 41: 171-8.

19- Wilund KR, Tomayko EJ, Wu PT, et al. Intradialytic exercise training reduces oxidative stress and epicardial fat: a pilot study. Nephrology, dialysis, transplantation: Official publication of the European Dialysis and Transplant Association. *Europ Renal Assoc*. 2010; 25: 2695-701.

20- Henrique DM, Reboredo Mde M, Chaoubah A, Paula RB. Aerobic exercise improves physical capacity in patients under chronic hemodialysis. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*. 2010; 94: 823-8.

21- Kouidi E. Exercise training in dialysis patients: why, when, and how? *Artificial Organs*. 2002; 26: 1009-13.

22- Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise training during hemodialysis improves dialysis efficacy and physical performance. *Arch Physic Med Rehabil*. 2006; 87: 680-7.

23- Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9 ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. 169 p.

24- Powers SK, Howley ET. Exercise physiology, theory and application to fitness and performance: McGraw Hill; 2009.

25- Johansen KL, Chertow GM, da Silva M, Carey S, Painter P. Determinants of physical performance in ambulatory patients on hemodialysis. *J Kidney Int*. 2001; 60: 1586-91.

26- Wang HT, Peng YM, Liu H. Alteration of homocysteine before and after hemodialysis in chronic hemodialysis patients. *Bulletin of Hunan Medical University*. 2003; 28: 266-8.

27- Brustolin S, Giugliani R, Felix TM. Genetics of homocysteine metabolism and associated disorders. *Brazil J Med Biol Res*. 2010; 43: 1-7.

28- Urquhart BL, House AA. Assessing plasma total homocysteine in patients with end-stage renal disease. Peritoneal dialysis international. *J Int Soc Perit Dia*. 2007; 27: 476-88.

29- Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. Nephrology, dialysis, transplantation. *Nephrol Dial Transplant*. 1999; 14: 2927-31.

30- Gelecek N, Teoman N, Ozdirenc M, et al. Influences of acute and chronic aerobic exercise on the plasma homocysteine level. *Ann Nut Metab*. 2007; 51: 53-8.

31- Cooper A, Kendrick A, Stansbie D, Stargent D, West J. Plasma homocysteine in sedentary men: influence of moderately intense exercise. *CardiovascRev Report*. 2000; 21: 371-4.

32- Choi JK, Moon KM, Jung SY, et al. Regular exercise training increases the number of endothelial progenitor cells and decreases homocysteine levels in healthy peripheral blood. *Korean J Physiol Pharmacol*. 2014; 18: 163-68.

33- Kazmierski M, Wojakowski W, Michalewska-Wludarczyk A, et al. Exercise-induced mobilisation of endothelial progenitor cells in patients with premature coronary heart disease. *Kardiologia Polska*. 2015; 73: 411-8.

34- Hamedinia MR, Haghighi AH, Ravasi AA. The effect of aerobic training on inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obese men. *World J Sport Sci*. 2009; 2: 7-12.

35- Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. J *Kidney Int*. 2008;73: 391-8.

36- Sheerin KR, Hume PA, Whatman C. Effects of a lower limb functional exercise programme aimed at minimising knee valgus angle on running kinematics in youth athletes. Physical therapy in sport: *Phys Ther Sport*. 2012; 13: 250-4.

# The Effect of Intermittent Intradialytic Aerobic Exercise Training on Plasma Homocysteine Levels and Physical Performance in Hemodialysis Patients

Karimi A[1], Azamian Jazi A[1], Faramarzi M[1], Shahidi S[2], Azamian Jazi Z[3]

[1]Dept. of Exercise Physiology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

[2]Dept. of Internal Medicine, Isfahan University of Medical Sciences and Health Services, Isfahan, Iran

[3]Faculty of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences and Health Services, Isfahan, Iran

***Corresponding Author:*** Azamian Jazi A, Dept. of Exercise Physiology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

***E-mail:*** azamianakbar@yahoo.com

**Received:** 22 Jun 2016 **Accepted:** 3 Oct 2016

***Background and Objective:*** Increased homocysteine levels resulting from renal failure and physical inactivity in hemodialysis patients can put them at risk for cardiovascular diseases. On the other hand, exercise training may have a favorable effect on homocysteine levels and physical performance in these patients. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of eight weeks of intermittent intradialytic aerobic exercise training on plasma homocysteine levels and physical performance in hemodialysis patients.

***Materials and Methods:*** In this quasi-experimental study, sixteen hemodialysis patients (with a mean age of 54.75 years) were randomly divided into two equal groups: experimental and control. The experimental group performed intermittent intradialytic aerobic exercise training for 8 weeks, 3 sessions per week, which corresponded to 40 to 45 percent of their maximum heart rate reserve at the first week and reached to 65 to 70 percent during the final week. Homocysteine levels and physical performance were measured before and after the 8 weeks of aerobic exercise training.

***Results:*** Plasma homocysteine levels (P=0.029) and physical performance parameters including: Gait speed (P=0.001), Chair-rising time for 5 times (P=0.001) and Stair-climbing time (P=0.002) significantly improved in the experimental group after eight weeks of intermittent intradialytic aerobic exercise training.

***Conclusion:*** Intermittent intradialytic aerobic exercise training may have a favorable effect on the cardiovascular condition of hemodialysis patients through reducing homocysteine levels and can improve physical performance in these patients.

***Keywords: Hemodialysis, Aerobic exercise, Homocysteine***