

مقاله پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

دوره ششم، شماره اول، بهار ۱۳۸۶، ۵۲-۴۵

## بررسی اثر برنامه نوتوانی بر نبض اکسیژن و ظرفیت هوازی بیماران دایپلژی اسپاستیک

مجتبی ایزدی<sup>۱</sup>، دکتر قدرت‌الله باقری<sup>۲</sup>، حمیدرضا ثمری خلیج<sup>۳</sup>، داوود خورشیدی<sup>۳</sup>، مریم چراغی دوچشمه<sup>۴</sup>

دریافت مقاله: ۸۵/۷/۲۷ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۸۵/۱۱/۸ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۸۵/۱۱/۳۰ پذیرش مقاله: ۸۵/۱۲/۲۱

### چکیده

زمینه و هدف: علیرغم وجود مطالعات گسترده ر زمینه علوم ورزشی در سه دهه گذشته، هنوز اطلاعات اندکی در مورد الگوهای فعالیت و پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تمرین در اشخاص معلول در دسترس است. هدف این تحقیق هم‌سنجی استقامت قلبی-عروقی، ظرفیت هوازی و نبض اکسیژن کودکان فلج مغزی دایپلژی اسپاستیک، متعاقب اجرای برنامه تمرینات توانبخشی-ورزشی هوازی و مقایسه آن با افراد سالم است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه تجربی ۱۸ کودک فلج مغزی دایپلژی اسپاستیک ۱۰ تا ۱۴ سال با میانگین و انحراف معیار قد  $131 \pm 6/34$  سانتی‌متر و وزن  $29/83 \pm 5/64$  کیلوگرم، داوطلبانه و با رضایت والدین و همچنین تایید پزشک متخصص در برنامه ورزشی-توانبخشی شرکت کردند (گروه تجربی) و ۱۸ کودک سالم همتایشان (گروه کنترل) به صورت تصادفی انتخاب شدند. متغیرهای تابع در گروه بیمار در وضعیت‌های قبل و بعد از برنامه توانبخشی در یک آزمون مطابق پروتکل مک مستر روی چرخ کارسنج در شرایط آزمایشگاهی اندازه‌گیری و سپس با گروه کنترل مقایسه شدند. گروه تجربی برنامه تمرینات را به مدت ۳ ماه، سه نوبت در هفته با میانگین ضربان قلب ۱۴۴ ضربان در دقیقه اجرا کردند. مدت اجرای هر جلسه تمرین برای هر آزمودنی ۲۰ تا ۲۵ دقیقه بود.

**یافته‌ها:** اجرای برنامه تمرینی به افزایش اندک حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2 \max$ ) بیماران انجامید. نبض اکسیژن ( $VO_2/HR$ ) گروه بیمار در شرایط پیش‌آزمون به میزان قابل توجهی پایین‌تر از گروه کنترل بود و برنامه توانبخشی به بهبود این متغیر در بیماران منجر شد ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** عدم فعالیت و بی‌حرکی طولانی مدت از یک طرف و افزایش اسپاستیسیته و حرکات غیر ارادی از طرف دیگر به کاهش آمادگی قلبی-عروقی و افزایش هزینه انرژی و کاهش ظرفیت هوازی بیماران اسپاستیک به هنگام فعالیت نسبت به افراد سالم منجر می‌شود. برنامه نوتوانی و فعالیت‌های توانبخشی-ورزشی حتی با مدت و شدت کم به بهبود این عوامل و افزایش کارایی قلبی-عروقی این بیماران منجر می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** فلج مغزی اسپاستیک، نبض اکسیژن، توانبخشی، استقامت قلبی-عروقی

۱- (نویسنده مسؤول) مربی گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

تلفن: ۰۲۵۵-۲۲۴۱۵۵۳، فاکس: ۰۲۵۵-۲۲۴۰۱۱۱، پست الکترونیکی: [izadimojtaba2006@yahoo.com](mailto:izadimojtaba2006@yahoo.com)

۲- استادیار گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

۳- مربی گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

۳- مربی گروه آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

## مقدمه

سال‌هاست که دانشمندان علوم تندرستی و ورزش و متخصصین آمادگی جسمانی، به نقش مهم فعالیت بدنی (توانبخشی، کاردرمانی، ورزش، بازپروری) در بسیاری از بیماری‌ها و ناهنجاری‌های وابسته اشاره می‌کنند. اهمیت فعالیت بدنی منظم در پیشگیری و گسترش بسیاری از بیماری‌ها، مرگ زودرس و برخورداری از یک زندگی کاملاً کیفی به اثبات رسیده است و اخیراً در گزارشی که جامعه جراحان عمومی ایالات متحده آمریکا منتشر کرده‌اند از آن به عنوان یکی از اهداف اصلی بهداشت و تندرستی یاد شده است (دپارتمان خدمات بهداشت و تندرستی ایالات متحده). این گزارش، نبود فعالیت بدنی را از معضلات جدی در مسیر تندرستی ملی ذکر کرده و در خصوص اهمیت آن شواهد علمی روشنی ارایه کرده است [۱-۲].

اسپاستیک شایع‌ترین نوع فلج مغزی (CP) (Cerebral palsy) است که افزایش غیرطبیعی تون عضلانی را در نتیجه آسیب بخشی از سیستم عصبی که فعالیت عضلانی را کنترل می‌کند شامل می‌شود و حرکت طبیعی عضو را به علت افزایش مقاومت عضله در برابر کشش مشکل می‌سازد [۳]. تقریباً ۸۰٪ بیماران اسپاستیک را نوع دایپلژی شامل می‌شود. چنین نارسایی حرکتی به دنبال آسیب نرون حرکتی بخش فوقانی قشر مغزی یا مسیرهای نخاعی حادث می‌شود [۴]. از ویژگی‌های عمده اسپاستیک، اسپاسم عضلانی و ناتوانی در کنترل عملکرد حرکتی است. این عارضه موجب محدودیت‌های حرکتی و ایجاد مقاومت عضله در برابر نیرو شده که باعث کندی و ناموزونی الگوی فعالیت یا بی‌حرکی بیمار می‌شود و به تدریج سبب افت سازگاری دستگاه انتقال اکسیژن و کارایی سیستم قلبی - عروقی و محدودیت‌هایی در سایر عوامل فیزیولوژیکی (عضلات اسکلتی فعال) شده که در نهایت به کاهش خونرسانی، کاهش رسیدن اکسیژن و مواد مغذی به اندام‌ها، افزایش مصرف انرژی در شروع یا ادامه حرکت هنگام اجرای کار مکانیکی و کاهش حداکثر اکسیژن

مصرفی توسط عضلات منجر می‌شود [۱]. اجرای تمرینات توانبخشی - ورزشی توسط بیماران اسپاستیک، در افزایش توانایی عضلات فعال در جذب بیشتر اکسیژن نقش به‌سزایی دارد [۵-۶].

در این بیماران عامل اصلی کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی  $VO_{2\max}$ : توانایی بدن در جذب بیشتر اکسیژن هنگام فعالیت بدنی) محدودیت‌های حرکتی و کم‌حرکی است. به همین دلیل در انجام فعالیت‌های استقامتی و طاقت‌فرسای روزانه با مشکل مواجه هستند. مطالعات پژوهشی اشاره می‌کنند که کودکان و بزرگسالان CP در حالت استراحت و فعالیت از تهویه ریوی، غلظت لاکتات خون، ضربان قلب، هزینه اکسیژن، آمادگی قلبی - عروقی و حداکثر اکسیژن مصرفی ضعیف‌تری نسبت به افراد سالم برخوردارند [۷-۱۰]. هم‌چنین Dwyer حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران CP را ۱۰ تا ۳۰٪ پایین‌تر از مقادیر استاندارد در افراد سالم گزارش کرد [۱۰]. از طرفی Haskell و همکارانش هیچ‌گونه تفاوتی را در هزینه اکسیژن، نبض اکسیژن (نسبت اکسیژن مصرفی به ضربان قلب) و نسبت تبادل تنفسی هنگام فعالیت زیربیشینه بین بیماران اسپاستیک و افراد سالم مشاهده نکردند [۱۱]. مطالعه Higuchi نیز تفاوت معنی‌داری در عوامل نبض اکسیژن، ضربان قلب، تهویه ریوی و اکسیژن مصرفی را به هنگام فعالیت بین افراد سالم و بیماران CP نشان نداد [۱۲]. یافته‌های پژوهشی در زمینه مقایسه عوامل فیزیولوژیکی قلبی - عروقی بین افراد سالم و اسپاستیک و اثر برنامه‌های توانبخشی - ورزشی روی این بیماران دوسویه و ناهمگون است. برای شکوفایی بیشتر نقش برنامه‌های توانبخشی در این بیماران به مطالعات بیشتری نیاز است. متأسفانه برنامه‌های نوتوانی و بازپروری برای بیماران CP اغلب در نوجوانی یا بزرگسالی کاهش یافته یا متوقف می‌شود. از این رو هدف از اجرای این تحقیق از طرفی دستیابی به اطلاعات جامع در زمینه تفاوت این فاکتورها میان افراد سالم و اسپاستیک و نقش برنامه توانبخشی - ورزشی روی آن‌ها و از طرف دیگر

در قالب فعالیت روی دوچرخه ثابت، پیاده روی و دویدن روی تردمیل مکانیکی (نوارگردان)، پیاده‌روی و دویدن تناوبی (دویدن با شدت‌های متفاوت در زیر آستانه لاکتات) و برخی دیگر از مسابقات گروهی کودکانه انجام دادند. هر نوبت تمرین ۲۰ تا ۲۵ دقیقه تداوم داشته و میانگین ضربان قلب آزمودنی‌ها در طول دوره تمرینی حدوداً ۱۴۴ ضربه در دقیقه برآورد شد. در پایان برنامه توانبخشی، گروه تجربی دوباره آزمون ارگومتری مک‌مستر را اجرا کردند. گروه کنترل نیز به طور جداگانه آزمون را اجرا کردند.

آزمون مک‌مستر روی دوچرخه ارگومتر به این شیوه اجرا می‌شود که ابتدا فرد به منظور گرم کردن حدوداً ۲ دقیقه با بازه کار ۵ تا ۱۰ وات، روی دوچرخه پدال می‌زند، سپس مراحل اصلی آزمون مک‌مستر که شامل ۴ مرحله متوالی ۲ دقیقه‌ای می‌باشد اجرا می‌شود. شخص باید ابتدا مرحله ۲ دقیقه‌ای اول را با شدت یکسان و مشخص شده مطابق دستورالعمل این پروتکل پدال بزند و در ۱۵ ثانیه آخر ضربان قلب او به وسیله دستگاه تله متری که روی سینه او نصب شده یادداشت می‌شود. مراحل ۲ دقیقه‌ای دیگر این آزمون نیز به همین شیوه ادامه می‌یابد با این تغییر که طبق دستورالعمل مک‌مستر، شدت کار (وات) در هر مرحله نسبت به مرحله قبلی به میزان مشخصی افزایش می‌یابد. یعنی شخص در هر مرحله نسبت به مرحله قبل فشار بیشتری را تحمل می‌کند. چنانچه فرد در هر مرحله از آزمون، احساس ضعف یا خستگی اختیاری کرده یا به آستانه ضربان قلب ۱۵۰ نزدیک می‌شد، ضربان قلب آن مرحله به عنوان ضربان نهایی ثبت و فعالیت متوقف می‌گردید [۱]. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS به روش آماری Manova استفاده شد.

### نتایج

در این مطالعه در هر گروه ۱۸ نفر مورد بررسی قرار گرفتند هر دو گروه از نظر وزن، قد و سن تفاوتی با هم نداشتند (جدول ۱).

آگاهی بیشتر و نزدیک‌تر متخصصین کاردرمانی، تندرستی و ورزشی کشور از اهمیت و تأثیر آن روی این بیماران در جامعه کنونی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی است. تعداد کم کودکان اسپاستیک در دسترس و همچنین ممانعت والدین به دلیل وجود تفاوت‌های فرهنگی و نگرش‌های آن‌ها نسبت به اجرای تحقیق، متأسفانه به کاهش تعداد نمونه‌های مورد مطالعه منجر شد که روش نمونه‌گیری به ناچار به شیوه نمونه‌گیری در دسترس انجام گرفت طوری که در این تحقیق، ۱۸ کودک فلج مغزی دایپلژی اسپاستیک به صورت داوطلبانه و با رضایت والدین و تأیید پزشک متخصص (مشاهده سوابق پزشکی آن‌ها) از آموزشگاه‌های استثنایی شهر همدان گروه تجربی را تشکیل دادند. گروه کنترل نیز شامل همین تعداد کودک سالم بوده که به شیوه تصادفی از مدارس دولتی انتخاب شدند (جدول ۱).

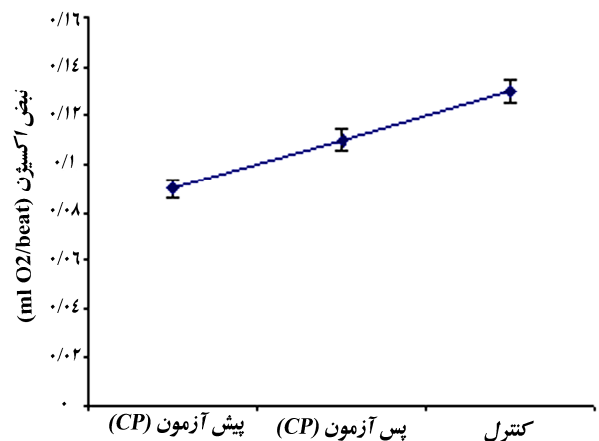
نوع ضایعه و شدت اسپاستیکه گروه تجربی بر پایه نظر پزشک مغز و اعصاب و مطابق مقیاس سنجش تون عضلانی آشورد [۱۳] در دامنه متوسط تا شدید گزارش گردید. برای ارزیابی متغیرهای فیزیولوژیکی قلبی - عروقی و مقایسه آن‌ها در شرایط قبل و بعد از برنامه توانبخشی - ورزشی در گروه تجربی و مقایسه با گروه کنترل از پروتکل زیربیشینه مک‌مستر روی چرخ کارسنج (ارگومتر): نوعی وسیله پدال زنی آزمایشگاهی شبیه دوچرخه ثابت که به وسیله آن هزینه انرژی و برخی فاکتورهای تعیین کننده آمادگی و استقامت قلبی - عروقی اندازه‌گیری می‌شود) که ویژه کودکان طراحی شده است استفاده شد [۱۴]. به طور کلی آزمون مک‌مستر در سه نوبت، که دو نوبت آن مربوط به گروه بیمار (پیش آزمون، پس آزمون) و یک نوبت مربوط به گروه سالم در حالت پایه به منظور مقایسه با گروه بیمار بود، انجام شد. گروه بیمار پس از اجرای پیش‌آزمون، برنامه توانبخشی - ورزشی هوازی را به مدت سه ماه، سه نوبت در هفته به صورت انفرادی یا گروهی

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و سنی آزمودنی‌ها (M±SD)

گروه تحقیق	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)
گروه بیمار	۲۹/۸۳±۵/۶۴	۱۳۱±۶/۳۴	۱۲±۲
گروه سالم	۲۸/۱۴±۴/۱۸	۱۳۳±۵/۴	۱۲±۲

هر یک از بیماران بسته به سطح آمادگی بدنی و توانایی پاها، بخشی از آزمون یا کل آزمون را اجرا کردند. شمار اندکی از بیماران (۳ نفر) نتوانستند مرحله پیش آزمون پروتکل مک‌مستر را به انتها برسانند. اما در شرایط پس‌آزمون همه آنان قادر به اجرای کامل آزمون بودند. گروه سالم آزمون را به طور کامل اجرا کردند.

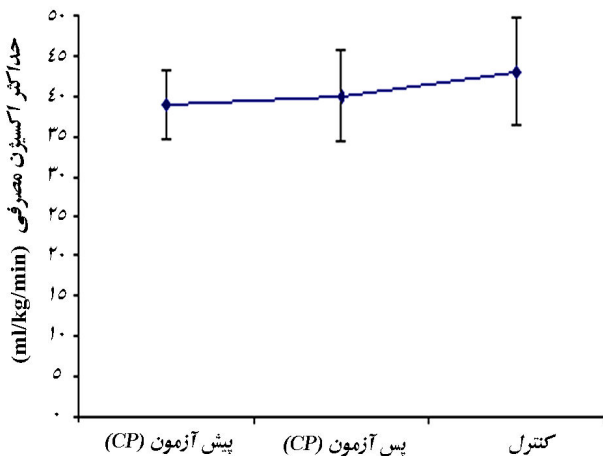
در هم‌سنجی عملکرد میوکارد، شاخص نبض اکسیژن (VO<sub>2</sub>/HR) بیماران در حالت پس‌آزمون افزایش اندکی به میزان ۰.۲٪ داشت (p<۰/۰۵) به طوری که آنان پس از برنامه توانبخشی، آزمون ارگومتری را با ضربان قلب کمتر و کارایی بهتر اجرا کردند. یافته‌ها نشان داد که شاخص نبض اکسیژن افراد سالم هم‌چنان بالاتر از گروه هم‌تای بیمار است (نمودار ۱).



نمودار ۱- الگوی تغییرات نبض اکسیژن (VO<sub>2</sub>/HR) در گروه‌های تحقیق

در محاسبه VO<sub>2</sub> max فاکتورهای ضربان قلب استراحت، ضربان قلب و میزان شدت کار (وات) در هر مرحله از آزمون نقش دارند که با جایگزینی آن‌ها در معادله چند مرحله‌ای

نمودار که ویژه آزمون مک‌مستر یا آزمون‌های زیربیشینه است مقدار VO<sub>2</sub> max به دست می‌آید [۱]. بررسی تغییرات VO<sub>2</sub> max نشان می‌دهد که این متغیر در وضعیت پس آزمون گروه بیمار افزایش معنی‌داری نداشته است (p<۰/۰۵). با این وجود اندازه آن با گروه سالم تقریباً هم‌تراز شده است. به بیان دیگر ظرفیت دستگاه انتقال اکسیژن بیماران هم‌سطح گروه کنترل همتایشان رسید که احتمالاً اثرات ترکیبی دهش‌های ژنتیک و برنامه ورزشی را گوشزد می‌کند (نمودار ۲).



نمودار ۲- الگوی تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تحقیق

### بحث

وقتی از اهمیت فعالیت‌های توانبخشی و ورزشی در ترویج سلامتی سخن به عمل می‌آید بسیاری از سؤالات مربوط به چگونگی تأثیر آن روی اشخاصی که به نوعی دچار ناتوانی ذهنی یا جسمی هستند بدون پاسخ باقی می‌ماند. در زمینه اثرات سودمند فعالیت‌های توانبخشی - ورزشی روی بیماران اسپاستیک می‌توان به افزایش دامنه حرکتی، کاهش هزینه انرژی حرکتی، کاهش درجه اسپاستیسیتی، افزایش توانایی راه رفتن و افزایش اندک یا عدم تغییر VO<sub>2</sub>max اشاره کرد [۱۶-۱۵].

مطالعه روی برخی بیماران نشان داد که اندازه‌گیری میزان اکسیژنی که در هر ضربان قلب به هنگام فعالیت پمپ می‌شود در شناسایی عملکرد قلبی - عروقی آنان مهم می‌باشد [۱۷].

افزایش دو درصدی نبض اکسیژن در بیماران اسپاستیک به دنبال برنامه توانبخشی - ورزشی نشان دهنده بهبود عملکرد قلبی - عروقی آنان در افزایش حجم ضربه‌ای و ارسال اکسیژن متناسب با افزایش میزان فعالیت است. می‌توان بیان کرد که میوکارد در برابر اجرای ورزش زیربیشینه روی ارگومتر تحت بازه کار معین، حجم خون و اکسیژن بیشتری را در هر ضربان از بطن چپ به درون دستگاه بزرگ گردش خون و سرانجام عضلات اسکلتی فعال تلمبه می‌کند. نتیجه این که میوکارد با کار کمتر، از کارآیی بیشتری برخوردار می‌شود. این نکته بروز سازگاری قلبی-عروقی را گوشزد می‌کند [۱۰].

یافته‌های پژوهشی از ارتباط خطی بین ضربان قلب و اکسیژن مصرفی تحت دامنه‌های متفاوت فعالیت بدنی در بیماران فلج مغزی حکایت می‌کنند [۱۱، ۲۵]. مطالعه Maltais از افزایش ۴۰ درصدی اکسیژن مصرفی و هم‌چنین ضربان قلب بالاتر (۳۷ ضربه در دقیقه) بیماران اسپاستیک نسبت به افراد سالم هنگام فعالیت روی تردمیل حکایت می‌کند [۲۶]. مطالعه Padilla همبستگی مثبت و نزدیکی را بین نبض اکسیژن و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_{2max}$ ) نشان داد [۲۷]. تحقیقات نشان می‌دهند که ۲۰ تا ۴۰ دقیقه فعالیت هوازی زیربیشینه، برای ۳ تا ۵ بار در هفته به افزایش قابل توجه حداکثر اکسیژن مصرفی یا استقامت قلبی - عروقی بیماران فلج مغزی می‌انجامد. از طرفی تمرینات استقامتی نظیر ۶ تا ۱۵ دقیقه پیاده روی سریع یا دوچرخه سواری نسبتاً سنگین برای دو بار یا بیشتر در هفته نیز نتایج مثبتی را در دستگاه قلب و عروق این بیماران به دنبال دارد [۵]. این دگرگونی می‌تواند به دلیل تفاوت بارز اکسیژن خون سرخرگی - سیاهرگی و افزایش برون‌ده قلبی و از طرف دیگر توانایی عضلات اسکلتی در جذب بیشتر اکسیژن باشد [۶].

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اجرای فعالیت توانبخشی - ورزشی سه ماهه به افزایش اندک حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران منجر شده است. با این وجود این متغیر پس از برنامه توانبخشی به سطحی تقریباً همسان گروه سالم رسید

در گردهمایی سالانه مراکز توانبخشی قلبی - عروقی ایالات متحده خاطر نشان شد که با مطالعه روی نبض اکسیژن ( $VO_2$  HR)، بسیاری از مشکلات قلبی - عروقی افرادی که به نوعی دچار کم تحرکی هستند را می‌توان تشخیص داد. نبض اکسیژن میزان اکسیژنی است که با هر ضربان از دستگاه قلب و عروق خارج می‌شود و یکی از شاخص‌های سنجش کارآیی قلب و عروق است [۱۸]. به طور کلی با گذر از مرحله استراحت به مراحل اولیه تمرین، نبض اکسیژن به سرعت افزایش می‌یابد و در مراحل بعدی این افزایش کندتر می‌شود، طوری که افزایش نبض اکسیژن متناسب با افزایش اکسیژن مورد نیاز بدن می‌باشد [۱۷]. افرادی که در چند دقیقه اول آزمون دارای نبض اکسیژن کمتری نسبت به سایرین هستند، در حالت استراحت از کارآیی قلبی - عروقی پایین‌تر نسبت به دیگران برخوردارند [۱۷، ۱۹]. مطالعه Piccinini روی افراد سالم و اسپاستیک نشان داد که هنگام قدم زدن روی تردمیل شاخص‌های ضربان قلب و اکسیژن مصرفی در دو گروه یکسان بوده اما نبض اکسیژن در گروه اسپاستیک به میزان معنی‌داری کمتر از گروه سالم بود [۲۰]. تحقیق Haskell روی کودکان اسپاستیک و سالم نشان داد که در حالت استراحت شاخص نبض اکسیژن در دو گروه یکسان بوده، اما به هنگام فعالیت در کودکان اسپاستیک به مراتب ضعیف‌تر است [۱۱]. مطالعه Suchon و Guimaraes نیز از نبض اکسیژن پایین‌تر بیماران قلبی - عروقی کودک و بزرگسال نسبت به افراد سالم حکایت می‌کنند [۲۱-۲۲]. مطالعات McManus و Laffite افزایش معنی‌دار نبض اکسیژن را به دنبال یک دوره تمرینات تناوبی خاطر نشان می‌کنند [۲۳-۲۴]. افزایش سریع نبض اکسیژن در مراحل آغازین فعالیت ورزشی به تغییرات حجم ضربه‌ای و افزایش تفاوت اکسیژن سرخرگی - سیاهرگی وابسته است [۱۸].

در تحقیق حاضر تفاوت بارز نبض اکسیژن در گروه کنترل نسبت به بیماران، نشان دهنده توانایی بیشتر دستگاه قلبی - عروقی آنان در حجم ضربه‌ای به ازای هر ضربان قلب است.

## نتیجه‌گیری

آنچه مسلم است فعالیت‌های توانبخشی - ورزشی زیربشینه در پیشگیری و بهبود بسیاری از بیماری‌ها در تمام دوران سنی اهمیت قابل توجهی داشته و توانایی تحمل فعالیت‌های طولانی مدت و پاسخ به این فعالیت‌ها از شخصی به شخص دیگر متفاوت است. کم تحرکی و کاهش فعالیت در بیماران اسپاستیک به افت آمادگی دستگاه قلب - عروقی و کاهش کارایی مکانیکی و فیزیولوژیکی عضلات درگیر می‌انجامد. این عوامل در کنار افزایش تون عضلانی و حرکات غیر ارادی به افزایش هزینه انرژی، ضربان قلب و کاهش نبض اکسیژن و ظرفیت هوازی آنان نسبت به افراد سالم منجر می‌شود. از طرفی برنامه تمرینات توانبخشی - ورزشی و نوتوانی حتی با مدت و شدت کم به بهبود این متغیرها می‌انجامد. اجرای برنامه توانبخشی به مدت سه ماه اندازه این متغیرها را افزایش می‌دهد. حفظ این ارزش‌ها به ادامه برنامه‌های تمرینی متکی است.

که از دیدگاه بالینی قابل توجه است. در راستای نتایج تحقیق حاضر، برخی تحقیقات بیان می‌کنند که استقامت قلبی - تنفسی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران فلج مغزی تحت شرایط کار معین روی ارگومتر تفاوت معنی‌داری با افراد سالم نشان نداده است [۲۸-۲۹]. در بیماران CP، پایین بودن  $VO_{2max}$  به تنهایی عملکرد حرکتی آنان را محدود نمی‌سازد [۳۰-۳۱]. اجرای فعالیت هوازی منجر به پیشرفت عملکرد بدنی و توانایی گامبرداری افراد CP می‌شود، با این تفاوت که این رخداد به افزایش اندک حداکثر اکسیژن مصرفی می‌انجامد [۵۰۹]. شواهد پژوهشی آشکار می‌کنند که بهبود استقامت قلبی - تنفسی به عوامل چندگانه شدت، مدت و تواتر وهله‌های برنامه ورزشی وابسته است. با استنتاج از پیشینه تحقیقات پیرامون اثربخشی ورزش، از دلایل عمده افزایش ناچیز حداکثر اکسیژن مصرفی در تحقیق حاضر را می‌توان مدت کوتاه، حجم و تواتر پایین دوره تمرینی و حتی شدت کار پایین برشمرد. دلیل محتمل دیگر این پدیده توارثی بودن شدید این متغیر است.

## References

- [۱] گایینی ع. اصول علمی و تمرین‌های تخصصی آمادگی جسمانی. تهران، انتشارات سبحان، ۱۳۸۳، صفحات: ۱۰۳-۸۹.
- [۲] نیکبخت ح. بیولوژی فعالیت بدنی. تهران، انتشارات سمت، ۱۳۷۲.
- [3] Cooke CB, McDonagh MJ, Nevill AM, Davies CT. Effects of load on oxygen intake in trained boys and men during treadmill running. *J Appl Physiol*, 1991; 71(4): 1237-44.
- [4] McGibbon NH, Andrade CK, Widener G, Cintas HL. Effect of an equine-movement therapy program on gait, energy expenditure, and motor function in children with spastic cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*, 1998; 40(11): 754-62.
- [5] Bar-Or-O. Phatophysiological factors which limit the exercise capacity of the sick child. *Med Sci Sports Exercise*, 1986 Jun;18(3):276-82.
- [6] Pollock ML, Wilmore HS. Exercise in health and Disease, Clinical Exercise Physiologh. Philadelphia, Saunders. Volume (1). 1990; pp: 256-61.
- [7] Van den Berg-Emons RJ, Van Baak MA, Speth L, Saris WH. Physical training of school children with spastic cerebral palsy: effects on daily activity, fat mass and fitness. *Int J Rehabil Res*. 1998; 21(2): 179-94.
- [8] Unnithan VB, Clifford C, Bar-Or-O. Evaluation by exercise testing of the child with cerebral palsy. *Sports Med*, 1998; 26(4): 239-51.

- [9] Lundberg A. Oxygen consumption in relation to work load in students with cerebral palsy. *J Appl Physiol*. 1976; 40(6): 873-5.
- [10] Dwyer GB, Mahon AD. Comparison of the ventilatory threshold and peak exercise response in athletes with cerebral palsy during treadmill and cycle ergometer. *Adap Phys Activity Quart*. 1999; 11(6): 116-21.
- [11] Roze J, Haskell WL, Gamble JG. A comparison of oxygen pulse and respiratory exchange ratio in cerebral palsied and nondisabled children. *Arch Physiol Med Rehabil*, 1993; 74(7): 702-5.
- [12] Higuchi Y, Kitamura S, Kawashima N, Nakazawa K, Iwaya T, Yamasaki M. Cardiorespiratory responses during passive walking-like exercise in quadriplegics. *Spinal Cord*. 2005; 44(8): 480-6.
- [13] Bove AA, Lowenthal DT. Exercise medicine. Physiological principles and clinical applications. *J R Soc Med*. 1985; 78(6): 520.
- [14] American college of sport medicine. ACSM'S Guidelines for Exercise testing and prescriptive. , 6th ed, Lippincott Williams & Wilkins. 2000.
- [15] Bar-or O, Inbar O, Spira R. Physiological effects of a sports rehabilitation program on cerebral palsied and post-polio myelitic adolescents. *Med Sci Sports*. 1976; 8(3): 157-61.
- [16] Liao HF, Liu YC, Liu WY, Lin YT. Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007; 88(1): 25-31.
- [17] Rose J, Haskell WL, Gamble JG. Oxygen pulse during exercise is related to resting systolic and diastolic left ventricular function in older persons with mild hypertension. *Am Heart J*. 2005; 150(5): 941-6.
- [18] Karlman Wasserman, James F. Hansen, Darryl Y. Sue, Brian J. Whipp, William W. Stringer . Principles of exercise testing and interpretation. Volume (1),. Lippincott Williams & Wilkins. 2005; pp: 86-94.
- [19] Lim JG, McAveney TJ, Fleg JL, Shapiro EP, Turner KL, Bacher AC, et al. Oxygen pulse during exercise is related to resting systolic and diastolic left ventricular function in older persons with mild hypertension. *Am Heart J*, 2005; 150 (5): 941-6.
- [20] Piccinini L, Cimolin V, Galli M, Berti M, Crivellini M, Turconi AC. Quantification of energy expenditure during gait in children affected by cerebral palsy. *Eura Medicophys*, 2007; 43(1): 7-12.
- [21] Suchon E, Podolec P, Tomkiewicz-Pajak L, Kostkiewicz M, Mura A, Pasowicz M, et al. Cardiopulmonary exercise capacity in adult patients with atrial septal defect. *Przegl Lek*, 2002; 59(9):747-51.
- [22] Guimaraes GV, Bellotti G, Mocelin AO, Camargo PR, Bocchi EA. Cardiopulmonary exercise testing in children with heart failure secondary to idiopathic dilated cardiomyopathy. *Chest*. 2001; 120(3): 816-24.
- [23] Laffite LP, Mille-Hamard L, Koralsztein JP, Billat VL. The effects of interval training on oxygen pulse and performance in supra-threshold runs. *Arch Physiol Biochem*, 2003; 111(3): 202-10.
- [24] McManus AM, Cheng CH, Leung MP, Yung TC, Macfarlane DJ. Improving aerobic power in primary school boys: a comparison of continuous and interval training. *Int J Sports Med*, 2005; 26(9):781-6.
- [25] Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Growth-related change in oxygen uptake and heart rate during progressive exercise in children. *Pediatric Res*. 1984; 18(9): 845-51.
- [26] Maltais D, Wilk B, Unnithan V, Bar-Or O. Responses of children with cerebral palsy to treadmill walking exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(10): 1674-81.
- [27] Padilla PJ, Ojeda CP, Fernandez CHY, Licea MJ. Maximum oxygen pulse in high performance Mexican athletes. *Rev Iner*, 2000; 13 (2): 73-84.
- [28] Spira R. Contribution of the H-reflex to the study of spasticity in adolescents. *Dev Med Child Neurol*, 1974; 16(2): 150-7.

- [29] Hollant LT, Bhambhani YN. Reliability of maximal aerobic power and ventilatory threshold in adult with cerebral palsy. *Arch Physiol Med Rehabil*, 1994; 75(6): 687-91.
- [30] Suzuki N, Oshimi Y, Shinohara T, Kawasumi M, Mita K. Exercise intensity based of on heart rate wheel walking in spastic cerebral palsy. *Ball Hosp Jt Dis*, 2001; 60(1): 18-22.
- [31] Maltais DB, Pierrynowski MR, Galea VA, Bar-Or O. Physical activity level is associated with the O2 cost of walking in cerebral palsy. *Med Sci Sports Exerc*, 2005; 37(3): 347-53.