پژوهش در علوم ورزشی
سال سوم، شماره ششم، بهار ۱۳۸۴

تاثیر یک برنامه توانبخشی بر کارایی مکانیکی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیماران فلج مغزی اسپاستیک (۹ تا ۱۴ سال)

مجتبی ایزدی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه
دکتر فرزاد ناظم، دکتر نادر فرهپور - دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
دکتر محمدمهدی تقدیری - دانشگاه علوم پزشکی همدان

چکیده

هدف: هدف از این پژوهش، هم‌سنجی کارایی مکانیکی، حداکثر اکسیژن مصرفی و تغییرات برخی متغیرهای دیگر قلبی- ریوی کودکان فلج مغزی اسپاستیک (cp) نوع دایپلژیک متعاقب اجرای برنامه تمرینات هوازی زیر بیشینه بود.

روش: ۱۵ کودک فلج مغزی اسپاستیک دایپلژی با ضایعه متوسط تا شدید و دامنه سنی ۹ تا ۱۴ سال، با میانگین و انحراف معیار قد ۶/۳۴± ۱۳۱ سانتی‌متر و وزن ۵/۶۳±۲۹/۸ کیلوگرم داوطلبانه در یک برنامه ورزشی شرکت کردند و ۱۸ کودک سالم همتایشان (گروه کنترل) به صورت تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. گروه تجربی تمرینات هوازی را با میانگین شدت ۲/۵±۴۶= HRR٪ برای مدت ۳ ماه، سه نوبت در هفته و در محیطی با دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتیگراد اجرا کردند. مدت هر نوبت ورزش برای بیماران فلج مغزی ۲۰ تا ۲۵ دقیقه با

دامنه ضربان قلب ۱۴۴ ضربه در دقیقه ادامه یافت. کارایی مکانیکی مطابق پروتکل اصلاح شده مک‌مستر روی چرخ کارسنج تنتوری در شرایط آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: کارایی مکانیکی خالص و ناخالص بیماران در پایان برنامه تمرینی به طور معنی‌داری افزایش یافت (به ترتیب ۱/۴±۱۴ و ۱/۱۱±۱۲/۷۲ در پیش‌آزمون در مقابل ۱/۲۵±۱۵/۸۳ و ۰/۸۵±۱۴/۳۱ در پس‌آزمون). پس از اجرای برنامه توانبخشی ضربان قلب زیربیشینه بیماران کاهش چشمگیری داشت(P<۰/۰۵). همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی بین وضعیت‌های پیش و پس آزمون بیماران و گروه سالم تفاوت معنی داری نداشت.

نتیجه‌گیری: بیماران فلج مغزی اسپاستیک به دلیل درجه اسپاستیسیتی شدید، هزینه انرژی بالاتر، کارایی مکانیکی پایین‌تر و ضربان قلب بالاتر (تحت شرایط اجرای کار معین) نسبت به افراد سالم برخوردارند. از طرف دیگر، ورزش و تمرینات هوازی می‌تواند در بهبود عملکرد فیزیولوژیکی دستگاه عضلانی بیماران CP موثر بوده و کارایی مکانیکی آنان را به نحو چشمگیر افزایش دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

کلیدواژه‌ها: فلج مغزی اسپاستیک، ورزش هوازی بیشینه، کارایی مکانیکی ،حداکثر اکسیژن مصرفی، ارگومتر

مقدمه و پیشینه علمی

فلج مغزی اسپاستیک نوعی اختلال عملکرد دستگاه عصبی ـ عضلانی است که در پی آسیب‌دیدگی نرون محرکه فوقانی کورتکس مغزی یا نارسایی مسیر راههای مغزی - نخاعی با افزایش رفلکس‌های وتری عمقی در پیش، هنگام تولد یا در سال‌های نخستین زندگی معادل ۲ درصد تولد حادث می‌شود [۱۳،۹،۷،۶،۳،۱]. این وضعیت با بروز سفتی مفاصل و تونوس عضلانی به نوعی انقباض مرضی (کوتاه شدن غیر طبیعی عضله) منجر می‌شود. عضلات اسپاستیک همواره حالت انقباض دارد، طوری که تون عضلانی بالا (اسپاسم) در عضلات آگونیست و ضعف ظاهری در عضلات آنتاگونیست به چشم می‌خورد. عضله برای مقابله بر تون بالا هنگام پاسخ به کار معین، هزینه اکسیژن و انرژی بیشتر از سایر گونه‌های CP مصرف می‌کند [۴،۱۲،۲۱،۲۶]. فلج مغزی اسپاستیک موجب محدودیت‌های حرکتی و مقاومت عضله در برابر نیروی خارجی می شود که به نوبه خود باعث کندی و ناموزونی الگوی فعالیت یا کم‌تحرکی بیمار است[۳، ۷]. این عوامل به تدریج سبب افت سازگاری دستگاه انتقال اکسیژن و بروز کاهش کارآیی قلب می‌شود، و در عوامل فیزیولوژیکی از قبیل جذب اکسیژن کافی، دفع دی‌اکسیدکربن و سایر مواد زائد و حمل مواد سوختی به بافت‌ها خصوصاً عضلات اسکلتی محدودیت‌هایی را ایجاد می‌کند. فعالیت بدنی زیربیشینه در افزایش کارآیی قلب و عروق مؤثر است. از طرف دیگر بیماران فلج مغزی به دلیل کاهش حجم فعالیت بدنی و محدودیت حرکتی هنگام اجرای کار بدنی معین، هزینه اکسیژن و انرژی بیشتری داشته و کارآیی مکانیکی و ظرفیت کار بدنی‌شان کمتر از همتایان سالم است[۳].

پژوهش‌های علمی نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی در نقش عامل غیر دارویی و در کنار سایر روشهای کلینیکی به بهبود چشمگیر دستگاه‌های فیزیومتابولیک این بیماران می‌انجامد. در این زمینه، لوندبرگ[1] (۱۹۷۸) خاطر نشان می‌سازد که ظرفیت کار بدنی (PWC) گروه اسپاستیک ۵۰ درصد گروه نرمال و دارای VO_2 بالاتر و کارآیی مکانیکی پایین‌تر از گروه طبیعی همسالشان هنگام اجرای آزمون روی ارگومتر بودند, به طوری که در شرایط کار زیر بیشینه روی ارگومتر, تفاوت کارایی بیماران CP و سالم در

1. Lundberg

بارهای سبک اندک بوده اما در بارهای سنگین به طور چشمگیر کمتر از همتایشان سالم است[۲۱،۲۲]. این کودکان به دلیل ناهنجاری یا بدشکلی‌های استخوانی یا تون عضلانی غیر طبیعی از کارایی مکانیکی بالا بی‌بهره‌اند. در نتیجه آنان وظایف روزمره زندگی خود را با هزینه متابولیکی بالاتر انجام می‌دهند[۹،۱۷].

کارایی مکانیکی به مفهوم نسبت کار انجام شده به انرژی هزینه شده است[۲،۱۸]. دی گروت[1] (۲۰۰۰) در مورد اثر ورزش هوازی زیربیشینه بر کارآیی مکانیکی در قالب برنامه تمرینی ۳ هفته‌ای روی کودکان معلول، افزایش کارآیی مکانیکی آنان را گزارش نمود [۱۳]. پژوهش بار- ار[2] روی ۳۴ نوجوان فلج اسپاستیک به دنبال اجرای یکساله برنامه ورزش برای دوبار در هفته افزایش قابل توجه کارایی را نشان می‌دهد [۹].

پیشینه‌های علمی روشن می‌کند که هزینه انرژی افراد اسپاستیک برای انجام کار معین بیش از افراد سالم است و از کارآیی مکانیکی پایین‌تری برخوردار است. اما هنوز به خوبی مشخص نشده که آیا می‌توان با ورزش درمانی خاص این روند را به نفع این بیماران تغییر داد. در حال حاضر، در اکثر مراکز درمانی و توانبخشی این بیماران صرفاً به تقویت انعطاف‌پذیری و ریلکس کردن عضلات پرتنش می‌پردازند و تقویت سیستم قلبی- عروقی و تنفسی و متابولیسم سوخت و سازی این بیماران فراموش شده است. از این رو، هدف از این پژوهش بررسی اثر تمرینات ورزشی زیربیشینه (۳ ماه با شدت ۴۵ در صد ضربان قلب ذخیره) بر متغیرهای کارآیی مکانیکی, حداکثر اکسیژن مصرفی و برخی دیگر از فاکتورهای قلبی- عروقی در بیماران اسپاستیک و مقایسه با اندازه‌های آنها در افراد سالم است.

روش و ابزار

۱۵ کودک ۹ تا ۱۴ ساله مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک، نوع دایپلژی, داوطلبانه از آموزشگاه‌های استثنایی همدان (گروه تجربی) و ۱۸ کودک سالم با شرایط فیزیکی مشابه به شیوه تصادفی خوشه‌ای از مدارس ابتدایی به عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. (جدول ۱).

1. De groot
2. Bar-or- o

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد عوامل فیزیکی آزمودنی‌ها

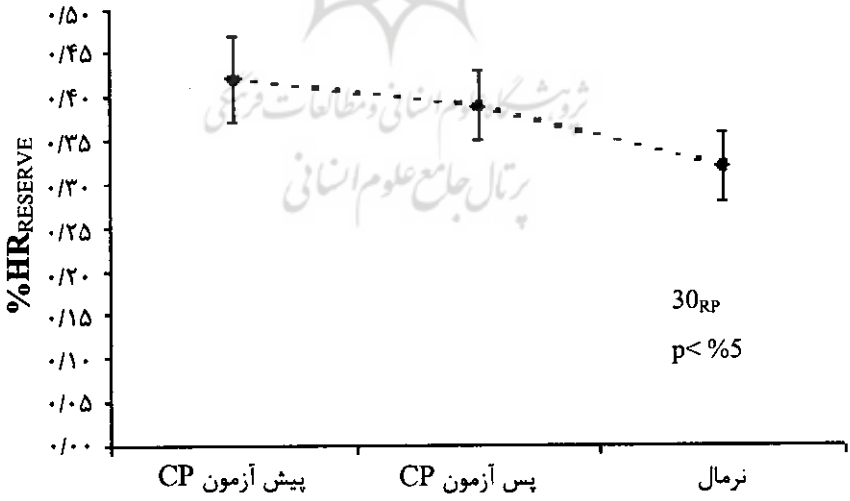
گروه پژوهش	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه بیمار	۹-۱۴	۱۳۱±۶/۳۴	۲۹/۸۳±۵/۶۴
گروه سالم	۹-۱۴	۱۳۳±۵/۴	۲۸/۱۴±۴/۱۸

طبق نظر پزشک متخصص، شدت اسپاستیک در محدوده درجه ۳ مقیاس تون عضلانی آشورد برآورد شد [۱۴]. سطح آمادگی گروه کنترل در حد طبیعی گزارش گردید. کارآیی مکانیکی خالص و ناخالص و برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی بیماران CP در شرایط قبل و بعد از برنامه ورزشی، هنگام اجرای آزمون زیربیشینه اصلاح شده مک‌مستر روی چرخ کارسنج اندازه‌گیری شد [۸]. پس از بررسی پیشینه پزشکی و آگاهی از میزان حساسیت، تشنج، غش و توانایی پاها، به علت ناتوانی مکانیکی کودکان CP در پدال‌زنی با شرایط طبیعی ۵۰RPM، میزان سرعت پدال زدن به شیوه آزمون و خطا متناسب با وضعیت عملکرد عصبی- عضلانی پاهایشان متعاقب محاسبات مقاومت چرخ لنگر (R) و بازده کار جدید متناسب با R جدید معادل ۳۰RPM به دست آمد. ابتدا گروه بیمار آزمون مک‌مستر (پیش‌آزمون) را اجرا کرده وسپس برنامه تمرینی هوازی زیربیشینه را برای مدت سه ماه، سه نوبت در هفته (هر جلسه ۲۰ تا ۲۵ دقیقه) به صورت فعالیت هوازی روی دستگاه‌های ارگومتر، تریدمیل مکانیکی و پیاده‌روی و دویدن تناوبی با میانگین ضربان قلب ۱۴۴ ضربه در دقیقه معادل شدت کار ۲/۵± ۴۶= HRR٪ بر پایه تخمین ظرفیت اولیه قلبی- عروقی‌شان انجام دادند. پس از انجام مرحله پس آزمون بیماران، گروه کنترل آزمون ارگومتری را مشابه گروه بیمار اجرا کردند. پروتکل مک‌مستر شامل ۴ مرحله است که با گذر از هر مرحله به مرحله بعد بار کار افزایش می‌یابد. شرط توقف آزمون بروز علائم ظاهری خستگی و رسیدن به آستانه ضربان قلب ۱۵۰ در دقیقه بود. هر یک از بیماران گروه تجربی متناسب با سطح آمادگی بدنی بخشی یا کل آزمون ارگومتری را اجرا می‌کردند.

در آزمون مک‌مستر ابتدا آزمودنی به مدت ۲ دقیقه برای گرم کردن با شدت پایین پدال می‌زند. در پایان کار ضربان قلب به روش تله‌متری ثبت می‌گردد. سپس مراحل اصلی کار شامل ۴ مرحله متوالی ۲ دقیقه‌ای است که در هر مرحله پدال‌زنی با بار کار معین (وات) تا رسیدن به وضعیت ضربان قلب پایدار[1] ($\Delta HR \leq 5bpm$) ادامه می‌یافت. چنانچه در هر مرحله آزمون، فرد قادر به ادامه فعالیت تحت RPM معین نبود ضربان قلب آن مرحله به منزله ضربان قلب نهایی آزمون منظور می‌گردید و آزمون پایان می‌گرفت.

یافته‌های پژوهش

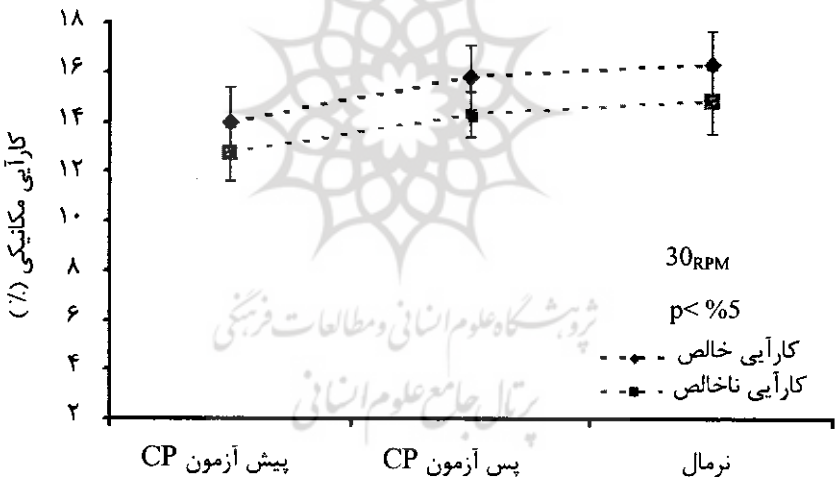
بیماران CP برنامه ارگومتر را در پیش‌آزمون با شدت ۴۲±۰/۰۵ = HRR٪ انجام دادند و متغیر مستقل ورزش، سطح شدت فعالیت روی ارگومتر را تا حد ۳ درصد کاهش داد (۳۹±۰/۰۴ درصد ضربان قلب ذخیره). شدت فعالیت گروه کنترل در آزمون ارگومتری ۳۲±۰/۰۴ درصد به دست آمد که به طور معنی‌داری کمتر از گروه تجربی در هردو شرایط پیش و پس‌آزمون بود. (نمودار۱)



نمودار ۱:تغییرات شدت ورزش(HRR%) در گروههای تحقیق

1. Steady state HR.

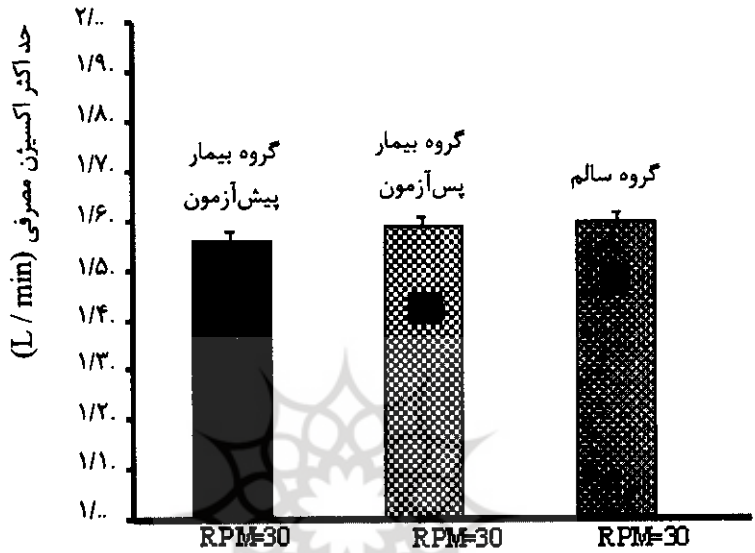
کارآیی مکانیکی خالص و ناخالص بیماران در شرایط پیش‌آزمون به ترتیب ۱/۴±۱۴ و ۱/۱±۱۲/۷ درصد برآورد گردید که پس از پایان برنامه توانبخشی ورزش به ترتیب به ۱/۳±۱۵/۸ و ۰/۹±۱۴/۳ درصد رسیده که افزایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). اندازه کارآیی خالص و ناخالص درگروه سالم به ترتیب ۱/۴±۱۶/۳ و ۱/۹±۱۴/۸ درصد بود. کارآیی مکانیکی بیماران قبل از ورزش‌درمانی تحت شرایط پدال‌زنی همگون به طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه سالم قرار داشت (نمودار ۲). هر دو شاخص کارایی خالص و ناخالص بیماران CP، متعاقب برنامه ورزشی از ۸۶ درصد(پیش‌آزمون) به سطح ۹۷ درصدی(پس‌آزمون) گروه سالم یعنی معادل ۱۱ در صد افزایش یافت. به طوریکه آنان تقریباً توانستند اندازه کارآیی مکانیکی عضلات اسکلتی خود را تا حد زیادی به گروه سالم نزدیک کنند.



نمودار ۲: تغییرات کارآیی مکانیکی خالص و ناخالص در گروه‌های تحقیق

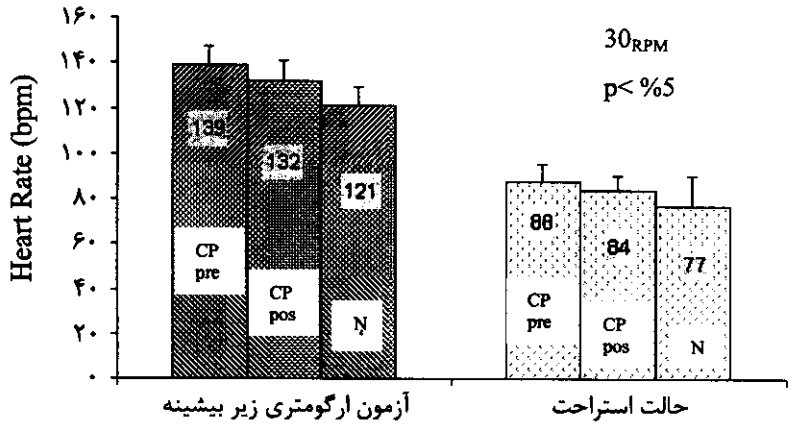
بررسی تغییرات VO2 maxنشان می‌دهد که این متغیر در وضعیت پس‌آزمون گروه بیمار افزایش معنی‌داری نداشته است (۰/۰۸±۱/۵۶L/min در پیش‌آزمون به ۰/۰۹± ۱/۵۹در پس‌آزمون). با وجود این، اندازه ظرفیت هوازی گروه سالم هم‌طراز گروه بیمار بود (۰/۱۲±۱/۶۰L/min). به بیان دیگر ظرفیت دستگاه انتقال اکسیژن مصرفی بیماران

هم‌سطح گروه کنترل همتایشان رسید که احتمالاً اثرات ترکیبی دهش‌های ژنتیک و برنامه ورزشی را گوشزد می‌کند (نمودار ۳).



نمودار ۳: الگوی تغییرات ظرفیت هوازی(VO_{2max}) در گروههای تحقیق

پس از اجرای برنامه توانبخشی- ورزشی، در گروه اسپاستیک ضربان‌های قلب در حالت استراحت و آزمون ارگومتری زیربیشینه مک مستر به میزان معنی‌داری نسبت به شرایط پیش‌آزمون کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). اما هنوز به طور چشمگیری بالاتر از ارزشهای گروه سالم در سرعت پدال‌زنی مشابه بود. این دگرگونیها احتمالا نیمرخ اثربخشی بالینی ورزش را بر دستگاه قلبی- عروقی بیماران گوشزد می‌کند که چگونه پس از تمرینات هوازی به گروه کنترل همتایشان در شرایط فعالیت مشابه نزدیک‌تر شده است.(نمودار ۴)



نمودار ۴ :تغییرات ضربان‌های قلب استراحت و آزمون ارگومتری درگروه‌های تحقیق

بحث و بررسی

اثر برنامه ورزش هوازی زیربیشینه بر کارآیی بیماران CP بررسی گردید. شواهد پژوهشی آشکار می‌کند که اندازه متغیرهای کارآیی مکانیکی و شدت کار بیماران اسپاستیک تحت شرایط کار معین در پی اجرای تمرینات هوازی به سطح همتای گروه سالم نزدیک‌تر می‌شود. کودکان اسپاستیک به دلیل تحرک ناکافی یا کاهش حجم فعالیت بدنی روزانه، به طور چشمگیری توانایی‌های فیزیولوژیکی پایین‌تر از افراد سالم همتایشان دارند [۲۱و۱۱]. افراد سالم یا بیمار یا کسانی که الگوی منظم فعالیت ورزشی جایگاهی در برنامه روزانه آنان ندارد، از آمادگی بدنی کمتری نسبت به افراد سالم یا ورزیده همتایشان برخوردارند[۴]. اندازه شدت ورزش (HRR٪) سطح آمادگی هوازی زیربیشینه فرد را در انجام فعالیت‌های ورزشی روزانه پیش‌بینی می‌کند. در صورتی که شخصی که توانایی اجرای فعالیت بدنی مشابه را با شدت کمتر (فشار کمتر) از افراد دیگر دارد، نشان می‌دهد که از آمادگی بدنی برتری برخوردار است. یافته‌های پژوهش حاضر آشکار می‌کند که گروه بیمار در شرایط پیش‌آزمون قادر به اجرای کامل آزمون نبودند و تنها شمار اندکی از آنان هر چهار مرحله آزمون را پدال زدند. در حالت پس-آزمون اکثر آزمودنی‌ها آزمون ارگومتری را بدون احساس تحمل فشار سنگین به پایان رساندند. در واقع, باید خاطرنشان کرد که بیماران در حالت پس‌آزمون نه تنها مراحل

بیشتری از آزمون با بازده کار بالاتر را پشت سر گذاشتند, بلکه آزمون را با شدت کمتر (HRR٪) یا به عبارت دیگر تحمل فشار کمتر اجرا کردند. در واقع ورزش‌های اکسایشی از فشار وارد بر دستگاه گردش خون در حالت استراحت و فعالیت کاسته و ارگانیسم را قادر می‌سازد که همان کار مکانیکی را با ضربان قلب کمتر و شدت پایین‌تر (HRR٪) انجام دهد و ضربان قلب استراحت را نیز کاهش می‌دهد.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که تفاوت VO2 maxبیماران CP و گروه سالم معنی‌دار نیست واین متغیر پس از اجرای ۳ ماهه تمرینات هوازی زیربیشینه افزایش معنی‌داری در گروه بیمار نداشته است، ولی اندازه آن هم‌طراز افراد سالم شده است. شواهد پژوهشی آشکار می‌کند که بهبود استقامت قلبی ـریوی به عوامل چندگانه شدت, مدت و تواتر وهله‌های برنامه ورزشی بستگی دارد. بر پایه راهکار انجمن ACSM آستانه کمینه شدت کار ۵۰ تا ۶۰ درصد بیشینه ضربان قلب ذخیره در بهبود آمادگی قلبی ـ ریوی اثرگذار خواهد بود[۱۹]. با استنتاج از پیشینه پژوهشها پیرامون اثربخشی ورزش بر ظرفیت هوازی، از دلایل عمده افزایش ناچیز حداکثر اکسیژن مصرفی در پژوهش حاضر را می‌توان مدت کوتاه, حجم و تواتر پایین برنامه تمرینی و حتی شدت کار پایین برشمرد. دلیل محتمل دیگر این پدیده توارثی بودن ظرفیت هوازی است. از طرفی نتایج نشان می‌دهد که حداکثر اکسیژن مصرفی افراد CP حتی قبل از برنامه ورزشی درمانی همسطح یا به میزان ناچیز پایین‌تر از افراد سالم است. همچنین یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهند که در بیماران CP با وجود تاثیر اندک فعالیت هوازی روی VO2 maxپیشرفت چشمگیری در عملکرد بدنی و توانایی گامبرداری آنها پیش می‌آید[۳۰،۹]. با وجود این قابلیت دستگاه قلبی ـ عروقی بیماران پس از برنامه توانبخشی ورزش هوازی به سطح همگون گروه سالم رسید.که از دیدگاه بالینی قابل توجه است.

کارآیی مکانیکی خالص بر پایه نسبت مقدار کار انجام شده بر تفاضل هزینه انرژی بازال از کل هزینه انرژی ورزش محاسبه می‌شود. در محاسبه کارایی ناخالص، اثر هزینه انرژی بازال مهار می‌شود. در محاسبه برآورد کارایی مکانیکی مقدار کار نهایی انجام شده (وات)، اکسیژن مصرفی هنگام ورزش و هزینه اکسیژن پایه دخالت دارند[۲۸،۲۴،۱۴].

براساس مطالعه کانک[1] (۱۹۹۷)، که کارایی خالص[2] و ناخالص[3] روی چرخ کارسنج به طور همسنگ تغییر می‌کند [۱۶]. لاتانن[4] (۱۹۸۷) بالاترین اندازه کارآیی را در آستانه هوازی و پایین‌ترین آن را در آستانه بی‌هوازی (یعنی بیشترین بار کار) گزارش نمود[۲۰]. به طور کلی اندازه‌گیری کارآیی باید تحت فعالیت بدنی یکنواخت زیربیشینه صورت گیرد [۱۲،۲۳]. علاوه بر این اجرای فعالیت با چنان شدتی انجام گیرد که تا حد زیادی باعث تحریک آستانه لاکتات (متابولیسم غیر هوازی) نشده و یا همچنان روند سوخت و ساز در زیر آستانه بی‌هوازی ادامه یابد [۵،۱۰].

دو عامل مهم تعیین‌کننده کارآیی مکانیکی هنگام فعالیت ورزشی یا سایر فعالیت-های روزمره، نخست کارآیی عضلات فعال است که انرژی شیمیایی ذخیره شده کربوئیدرات و چربی را به انرژی مکانیکی جهت کوتاه شدن عناصر انقباضی عضله تبدیل می‌کند و دیگر مهارت عصبی ـ عضلانی فرد هنگام اجرای فعالیت است. کارآیی مکانیکی به سرعت انقباض فیلامن‌ها نیز بستگی دارد. بیشترین مقدار کارآیی هنگامی تولید می‌شود که سرعت انقباض میوفیلامن‌ها حدود یک سوم سرعت بیشینه آن باشد [۱۲،۱۵]. نوع تار عضلانی تأثیر به سزایی بر کارآیی مکانیکی دارد. بررسی‌های علمی روشن می‌کند که چنانچه عضلات پهن خارجی درصد بالاتری از تارهای کند انقباض را دارا باشد، کارآیی مکانیکی هنگام فعالیت روی ارگومتر یا دوچرخه‌سواری به طور معنی‌داری بیشتر از عضلات هم نام با تعداد متوسط تارهای کند انقباض می‌باشد. این ویژگی آناتومیکی مشخص می‌کند که تارهای کند انقباض هنگام فعالیت زیربیشینه روی ارگومتر در تبدیل انرژی ATP به قدرت کارآیی مکانیکی به مراتب از کارآیی بیشتری نسبت به گونه تارهای تند انقباض برخوردار است [۱۲]. بنابراین به نظر می‌رسد که کارآیی مکانیکی تأثیر عمده‌ای بر روی آزمون‌های هوازی ارگومتر و دوچرخه‌سواری استقامتی دارد که به نوع تار عضلانی و ظرفیت هیدرولیز عضلات اسکلتی و مهارت عصبی ـ عضلانی وابسته است. تأثیر عمده تارهای کند انقباض بر مقدار کارآیی مکانیکی احتمالاً وابستگی بارز کارآیی مکانیکی به فعالیت‌ها و ورزش‌های

1. Kang. J.
2. Net efficiency
3. groos efficiency
4. Latanen

هوازی زیر بیشینه و استقامتی را نشان می‌دهد. این امکان وجود دارد که بروز نارسایی عصبی ـ عضلانی و ابتلا به بیماری اسپاستیک مزمن، محدودیت عملکرد عضلات فعال را دربرگیرد. پدیده کم‌تحرکی و ناسازگاری فیزیولوژیک یا متابولیکی عضلات اسکلتی اسپاستیسیته، پدیده اکسیژن‌رسانی و قابلیت دستگاه قلبی ـ عروقی را نسبتاً ناکارآمد می‌سازد. البته ممکن است هیچ‌گونه تظاهر مرضی فیزیولوژیک در ارگانیسم (قلب، عروق) مشهود نباشد. با این حال، سطح فیزیولوژیک یا توانایی دستگاه انتقال اکسیژن افت می‌یابد. این دگرگونی، احتمالاً به کاهش حجم ضربه‌ای، افزایش تواتر ضربان قلب و افت کارآیی مکانیکی هنگام پاسخ به یک آزمون ورزشی استاندارد و خستگی زودرس می‌انجامد.

در این پژوهش، کارآیی مکانیکی کودکان CP به طور معنی‌داری کمتر از افراد سالم به دست آمد. مطالعات علمی به کارآیی انرژی و مکانیکی پایین‌تر بچه‌ها و بزرگسالان CP روی ارگومتر تحت کار زیر بیشینه نسبت به افراد سالم همتایشان اشاره دارد و اغلب میانگین کارآیی گروه‌های CP پایین‌تر از گروه سالم گزارش شده است. در این باره لوند برگ[1]، کارآیی مکانیکی خالص بیماران CP را برابر ۱۲ تا ۱۷ درصد گزارش کرده است [۲۱]. همچنین در مطالعه دیگر، ارزش کارآیی مکانیکی با سرعت پدال‌زنی طبیعی روی ارگومتر ۱۳/۸ تا ۲۳ درصد [۲۵] و در پژوهش تایلر[2] (۱۹۵۰) کارآیی خالص پسران ۷ تا ۱۵ ساله ۱۹/۷ درصد گزارش شد [۲۹]. بار- ار[3] و همکارانش (۲۰۰۳) کارایی مکانیکی خالص میوکارد را ۱۳/۳±۰/۷ درصد گزارش نمودند [۹]. در این خصوص سوزوکی[4] (۱۹۹۵) نشان داد که بعد از ۷ تا ۱۴ روز استراحت، با وجود کاهش ظرفیت عملی VO_2 max هیچ‌گونه افتی در کارایی مکانیکی رخ نمی‌دهد[۲۷]. به طور کلی کارایی خالص با افزایش شدت کار بهبود می یابد. این فرآیند در بزرگسالان در سطح ۴۰ درصد VO_2 max و در پسران ۶۰ درصد VO_2 max به فلات می‌رسد[۲۵]. این یافته‌ها روشن می‌کند که مقادیر کارآیی گروه‌های بیمار CP و سالم در پژوهش حاضر در همان دامنه پیشینه پژوهشها جای دارد.

1. Lundberg
2. Taylor
3. Barkly
4. Susoki

اندازه هر دو گونه کارآیی بیماران در حالت پیش‌آزمون به طور معنی‌داری کمتر از گروه سالم بود که در حالت پس‌آزمون به میزان چشمگیری افزایش یافته و به مراتب به سطح گروه سالم همتایشان نزدیکتر شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

یافته‌های این پژوهش آشکار می‌سازد که متغیرهای تابع (کارآیی مکانیکی) در بیماران مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک به مراتب پایین‌تر از گروه سالم همتایشان است. اجرای برنامه ورزشی هوازی زیربیشینه طولانی مدت هم احتمالاً مشکل می‌تواند اندازه این متغیرها را همسان افراد سالم نماید. چنین ناکارآیی مکانیکی و فیزیولوژیکی در کودکان فلج اسپاستیک هنگام فعالیت زیر بیشینه روی چرخ کارسنج به واکنش ضربان قلب بیشتر از افراد سالم در شرایط ورزشی همسان می‌انجامد. بدین معنا که به دلیل افزایش تون عضلانی و اسپاستیسیتی عضلانی تحت بازده کار بالاتر، مصرف انرژی بیماران برای انجام کارهای مکانیکی و فیزیولوژیک بیشتر است. با وجود این، اجرای ورزش هوازی زیر بیشینه با هر مدت یا شدت کار می‌تواند سبب افزایش بهبود عملکرد فیزیولوژیک قلبی ـ عروقی و کارآیی مکانیکی عضلات اسکلتی شود و درجه بهبودی بسته به شدت و مدت اجرای برنامه ورزش متفاوت است. این دگرگونی مثبت در کارآیی فیزیولوژیکی و مکانیکی عضلات اسکلتی به دلیل محدودیت اجرا و عدم تحمل شدت‌های بالاتر برنامه ورزشی همواره کمتر از ارزش‌های مشابه در افراد سالم است.

منابع و مأخذ

۱. پولاک – ویلمور، ترجمه : ناظم، فرزاد. (۱۳۷۹). فیزیولوژی ورزشی جالینی. چاپ اول، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

۲. تامس دبلیو. رولند، ترجمه: گائینی ، عباس علی (۱۳۷۹). فیزیولوژی ورزشی دوران رشد. چاپ اول، انتشارات مؤسسه دانش افروز.

۳. تقی منش، طوسی. (۱۳۶۶). تربیت بدنی و بازپروری . مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.

۴. جک اچ ویلمور ، دیوید ال کاستیل. ترجمه: معین،ضیاء (۱۳۷۵). فیزیولوژی ورزشی و فعالیت بدنی. چاپ اول .

۵. سازاوار، اکبر، (۱۳۷۹). سنجش اعتبار آزمون هوازی بیشینه شاتل ران و پایایی دستگاه الکتریکی طراحی شده (SH.R). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه بوعلی سینا: ۳۴-۲۱

۶. فتوح آبادی ، رضا. (۱۳۷۶). ارزیابی میزان شدت اسپاتیک کودکان فلج مغزی مدارس استثنایی ناحیه ۲ شیراز. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم شیراز: ۶۵-۳۹.

۷. eElain – Lralin ترجمه: جغتایی، محمد . (۱۳۷۶). کودکان با فلج مغزی . دانشگاه علوم بهزیستی تهران.

8- ACSM'S guidelines for exercise testing and prescriptional 6th edi(2000). American college of sport medicine. Lippincott Williams & wikins pub.

9- Bar-or-o(1986). " *Photophysiological factors which limit the exercise capacity of the sick child"* Med Sci sports exercise. 18:276

10- Cooke, C.B, Mconagh, M.J.N, Nevill, A(1991). " *Effects of load on oxygen intake intrained boys and men during treadmill running"*. J. Applied physiol, 71:1234-44

11- Current com, ent ore official statement. By American college of sport medicine concering topics of to the public at-lorg

12- David R, Lamb, Ph, D. *Exercise physiol laboratory.* Sport and exercise science faculty the Ohio State University Columbus, OH chairman Gatorade sports science Institue.

13- Degroots, V, DH(2002). " *Wheel chair propulsion technique and mechanical efficiency after 3 week of practice"*. Med Sci. sport. 2002 May. 34(5): 756-66.

14- Gaesser, G.A and Brooks, G.A (1975). " *Muscular efficiency during steadyorate exercise: Effect of speed and work"*. J>Apple. Physiol. 38:1132-1139

15- Holliday M,A, Potter, D.J Arrab, A, Bearg, S (1984). *" The relation of metabolic-rate to body weight and orang size".* Pediat.Res.1:185-195

16- Kang J Robertson, RJ (1997). *" Metabolic efficiency during arm and leg exercise at the same relative intensitic".* Med Sci. Sports exercise; 29(3):377-82

17- Karlman W,J. Hansen D, Y, Sue- Richard C B J *" Principles of exercise terting and interpretation".* Department of medicine Harbor-Ucla Medical center Torrance, California.

18- Kleiber M(1975). *" The fire of life. An Introduction to animal energetics".* Kreiger. New York.

19- Lawrence A, C(2000). *" YMCA fitness testing and assessment manual".* 4th. Ed. Human kinetic publishing. Co

20- Lubanen, P(1987). *" Mechanical Work and efficiency in ergometer bicycling at aerobic and anaerobic thresholds".* Act physiol scand. 1987 Nov. 131(3): 331-7.

21- Lundberg, a (1995). *" Mechanical efficiency in bicycle ergometer work of young adult with cerebral palsy".* Dev med child Neurol; 17(4):434-9.

22- Lundberg(1978). *"Maximal aerobic capacity of young people with spastic cerebral palsy".* Med child neural, 20(2): 205-10.

23- Mac Dogall, J,D, Roche, P,D, Bor-Oro. M,J,R(1983). *" Maximal aerobic capacity of Candian school children: prediction based on age-related oxygen cost of running:.* Int.J.Sports Med. 4:194-198.

24- Robinson S(1983). *" Experimental studies of physical fitness in relationship to age".* Arbeitsphysiologie, 10:251-323.

25- Rowland T,W,Staab, J,S (1990). *" Mechanical efficiency during cycling in prepubertal and adult males".* Int.J.sport.Med.11:425-455.

26- Rubner, M(1883). *:Ueberden einfluss der korper gross and stoffund kraftwechsel".* Z.Biol.19:533.

27- Sasuki,Y,Harana,Y(1995). *" Effect of 20 days bed rest on mechanical efficiency during upright cycling and leg muscle mass in young males".* J gravit Physiol 1995.2(1):pp.74-5.

28- Sidossin, L,S Horrowitz, I,F and Cogle, E,F(1992). *" Load and velocity of contraction influence grows and delta mechanical efficiency".* Int.J.sports med. 13:407-411.

29- Taylor, C, M, Bal, M,E, R (1950). *" Mechanical efficiency in cycling of boys seven to fifteen years of age"*. J.Apple. Physiol. 2: 563-570.

30- Venkataramana, Y, Rao, MS (1995). *" Energy cost of graded work loads. Mechanical efficiency of sportmen"*. Indiana J Med Res. 101:120-4.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی