

## بررسی اثر تمرینات هوازی زیر بیشینه بر کارایی سوخت و سازی و هزینه انرژی استراحتی بیماران فلج مغزی اسپاستیک

دکتر فرزاد ناظم، مجتبی ایزدی، دکتر نادر فرهیور، دکتر محمد مهدی تقدیری<sup>(۱)</sup>

۱- گروه تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا همدان

### چکیده

هدف از تحقیق حاضر مقایسه هزینه انرژی استراحتی و کارایی سوخت و سازی بیماران فلج مغزی اسپاستیک با میانگین سن ۱۱ سال، قبل و بعد از یک دوره تمرینات هوازی و مقایسه این شاخصها با افراد سالم بوده است. ۱۵ کودک فلج مغزی اسپاستیک دایبلژی داوطلبانه در یک برنامه ورزشی توانبخشی شرکت کردند و ۱۸ کودک سالم همتایشان (گروه کنترل) نیز به صورت تصادفی برگزیده شدند. گروه تجربی (cp) برنامه تمرینات هوازی را به مدت ۳ ماه، بطور سه جلسه در هفته با شدت کار  $2/5 \pm 46\%$  HRR معادل شدت متوسط bpm ۱۴۴ را اجرا کردند.

متغیرها مطابق پروتکل اصلاح شده مک مستر روی چرخ کارسنج تئوری در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۲۱ درجه سانتیگراد و رطوبت محیطی ۶۱ درصد مورد اندازه گیری قرار گرفتند. پس از دوره تمرینی اندازه گیری متغیرها تکرار گردید و با استفاده از روش آماری MANOVA مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. متعاقب اجرای تمرینات سه ماهه، ضربان های قلب استراحت و زیر بیشینه و شدت اجرای فعالیت (HRR%) به میزان قابل توجهی کاهش یافت. این متغیرها در بیماران در هر دو شرایط پیش و پس از آزمون به میزان معنی داری بیش از گروه سالم بود ( $p < 0/05$ ). هزینه انرژی استراحتی گروه های بیمار و سالم تقریباً یکسان بود. میزان اکسیژن مصرفی متناسب با بازده کار ( $VO_2 / workload$ ) در پس آزمون بیماران به میزان معنی داری کاهش یافت ( $p < 0/05$ ). همچنین هزینه اکسیژن پس آزمون تحت بازده کار ۴۵ وات روی چرخ کارسنج بطور بارز کاهش یافت ( $1/8 \pm$  در برابر  $1/2 \pm 20/34$  میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه)، که از افزایش کارایی متابولیکی حکایت می کنند. نتیجه گیری: ضربان های قلب استراحت و زیر بیشینه بیماران فلج مغزی بیش از افراد سالم است که از هزینه انرژی ورزش بالاتر و سطح پایین توانایی قلبی - عروقی آنان حکایت می کند. با این وجود، فعالیت های ورزش درمانی به افزایش کارایی سوخت و سازی بیماران منجر می گردد. این دگرگونی فیزیولوژیک در بیماران فلج مغزی اسپاستیک علیرغم محدودیت عملکرد دستگاه عصبی - عضلانی و تحمل پایین شدت های بالاتر تمرین، از جنبه های بالینی قابل توجه است.

کلید واژه: فلج مغزی، اسپاستیک، هزینه انرژی استراحتی، کارایی سوخت و سازی

## مقدمه

فلج مغزی بصورت يك آنفالوپاتی غیر پیشرونده استناتیک ناشی از تکامل غیر طبیعی مغز و یا صدمات مغزی در زمان قبل، هنگام و یا مدت کوتاهی پس از تولد است. این بیماری بصورت اختلال حرکتی ظاهر گردیده و معمولاً علیرغم ثابت بودن سطح آسیب وارده به مغز و عدم پیشرفت آن، میزان اختلالات ناشی از بیماری در طول عمر بیمار در حال تغییر است [۱۱]. این عارضه اغلب به علت آسیب مراکز کنترل حرکتی مغز یا مرگ سلول عصبی ایجاد گردیده و ارسال پیام از مغز به بافت های بدن را متاثر می کند. چنانچه سلول های بدن به دلیل ضعف گردش خون قادر به دریافت اکسیژن کافی نباشند، مرگ سلولی باعث بروز این بیماری می گردد. [۲۲]. فلج مغزی معمولاً حالت پیش رونده نداشته و به دنبال ضربه مغزی با احتمال ۰/۱ تا ۰/۲ تولد حادث می شود در بیشتر موارد هنوز علت بروز این عارضه مشخص نگردیده است. شناخت این بیماری هنگام تولد مشکل بوده و معمولاً اولین نشانه های آن در هیجده ماهگی ظاهر می شود که بصورت عقب ماندگی ذهنی، اختلال یادگیری و شنوایی، اختلال گفتاری و آسیب های بینایی و ... ظاهر می شود [۱۲]. هاگبرگ<sup>۱</sup> (۱۹۷۹) علل بروز این عارضه قبل از تولد را ۱۱٪، حین تولد ۳۰٪ و عوامل بعد از تولد را در ۷۰٪ بیماران گزارش کرد. هر چه این بیماری در سنین پایین تر رخ دهد، شدت عارضه بیشتر می گردد [۱۷]. اسپاستیسیته يك سندرم نرون حرکتی فوقانی است که عملکرد حرکتی را متاثر ساخته و به نوعی اختلال عصبی - عضلانی منجر می شود که با فعالیت بدنی غیر نرمال، سوء تغذیه و ترکیب نامناسب بدن همراه است [۳۲]. شایع ترین نوع فلج مغزی، اسپاستیک دایپلژی می باشد که در شدت های بالا نیاز به مراقبت های ویژه پرستاری و در شدت های کمتر، شخص مشکلات حرکتی داشته که با اجرای تمرینات و باز توانی مناسب تا اندازه ای قابل بهبود است. تقریباً ۸۰٪ کودکان اسپاستیک در این طبقه جای دارند [۲۱]. عوامل اصلی مانند نارس بودن نوزاد، برفان شدید، ضربه مکانیکی به سر، عفونت های ویروسی درون رحمی، افت قند خون، هایپوکسی مغزی، علل ژنتیکی و عروقی سبب بروز این بیماری می شوند [۴]. در این میان، درجه معلولیت ده درصد از بیماران چنان شدید است که آنان را در باقیمانده عمر نیازمند مراقبت های ویژه می سازد. برخی گونه های بیماری تا رسیدن به سنین دبستان بهبود می یابد.

شواهد علمی و کافی در زمینه ارتباط مستقیم فلج مغزی و عملکرد دستگاه قلبی - عروقی در دسترس نیست. پاره های از یافته ها اشاره می کند که ۹ تا ۱۰/۵ درصد بیماران بزرگسال فلج مغزی با عوارض قلبی - عروقی به صورت افزایش فشار خون سرخرگی روبه رو هستند [۳۳]. فلج مغزی اسپاستیک موجب محدودیت های حرکتی و ایجاد مقاومت عضله در برابر نیروی خارجی خصوصاً در ابتدای حرکت یا مهارت می گردد. این عوامل به تدریج سبب افت سازگاری دستگاه انتقال اکسیژن و احتمالاً بروز کاهش کارایی قلب و نیز محدودیت های در

<sup>۱</sup> - Hagberg B

سایر عوامل فیزیولوژیکی از قبیل جذب کافی اکسیژن توسط عضلات، افزایش دی اکسید کربن و سایر متابولیت‌ها از بافت‌ها (عضلات اسکلتی فعال) می‌شود که در نهایت منجر به کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی (شاخص ممتاز سنجش آمادگی قلبی - عروقی) می‌گردد. لاندین<sup>۱</sup> (۱۹۷۷) در مطالعه آزمایشگاهی هنگام فعالیت روی ارگومتر، جریان خون در عضلات اسپاستیک بیماران فلج مغزی را به مراتب کمتر از عضلات مشابه در سایر افراد گزارش کرد به گونه‌ای که اسپاستیسیته اکستنسورها به طور چشمگیری جریان خون موضعی عضلات ساق پا را هنگام فعالیت روی ارگومتر کاهش می‌دهد. [۲۲]. بیماران CP به دلیل کاهش حجم فعالیت بدنی و محدودیت حرکتی در اجرای کار بدنی معین دارای هزینه اکسیژن و انرژی بیشتر و نیز کارایی مکانیکی و ظرفیت کار بدن کمتر نسبت به همتایانشان می‌باشند [۲]. عضلات اسپاستیک همواره حالت انقباضی داشته که عضله هنگام پاسخ به کار معین به منظور غلبه بر تون بالای عضلانی، هزینه اکسیژن و انرژی بیشتر نسبت به سایر گونه‌های CP و افراد سالم مصرف می‌کند. [۲۳]. بچه‌های فلج مغزی دارای تغییرات غیر معمول در نوع، اندازه و توزیع تارهای عضلانی می‌باشند. رزی<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) در مطالعه بافت شناسی و ریخت شناسی روی ۱۰ کودک فلج اسپاستیک دریافت که همراه با افزایش سن، دگرگونی‌ها در نوع تارهای عضلانی بیماران به میزان معنی‌داری افزایش می‌یابد و میزان این تغییرات رابطه مستقیم با هزینه انرژی استراحتی دارد [۲۹]. یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد که افراد CP خصوصاً نوع اسپاستیک از توانایی و عملکرد ضعیف بدنی برخوردار بوده و در فعالیت‌های روزمره با وجود هزینه انرژی بیشتر، از خستگی زودرس رنج می‌برند [۳۴، ۱۳]. همچنین دال بک<sup>۳</sup> (۱۹۸۵) هزینه انرژی زیر بیشینه قدم زدن کودکان اسپاستیک را سه برابر کودکان سالم گزارش نموده است [۱۴]. از طرفی در مطالعه هوسکل<sup>۴</sup> (۱۹۹۳) بر روی پاسخ‌های سیستم قلبی - تنفسی عوامل هزینه اکسیژن و نسبت تبادل تنفسی هنگام پیاده روی روی تردمیل هیچ گونه تفاوت معنی‌داری در متغیرهای یاد شده در بچه‌های CP و سالم مشاهده نگردید. [۲۰].

لاندین<sup>۵</sup> (۱۹۷۷) جذب اکسیژن در عضلات اسپاستیک را کمتر از عضلات سالم مشابه گزارش نمود [۲۲]. گزارش‌های علمی روشن می‌سازد که اجرای زیر بیشینه ورزش هوازی و افزایش توانایی متابولیک عضلات فعال در جذب بیشتر اکسیژن مصرفی افراد CP نقش به‌سزایی دارند [۲۳، ۹].

<sup>۱</sup> - Landin S

<sup>۲</sup> - Roze

<sup>۳</sup> - Dahlback

<sup>۴</sup> - Hoskell

<sup>۵</sup> - Landin

هزینه انرژی استراحتی به وزن و ناحیه سطحی بدن بستگی دارد. با افزایش اندازه ناحیه سطحی بدن، کاهش پیشرونده  $VO_2$  استراحتی به ازای هر کیلوگرم وزن رخ می‌دهد. این دگرگونی ناشی از کاهش اندازه نسبی اندام‌ها یا کاهش متابولیک بافت‌های گوناگون نسبت به افزایش وزن بدن می‌باشد که پیامد هر دو کاهش، برداشت اکسیژن بافتی است. افزایش حجم و اندازه بدن همسنگ با رشد کودکان، بر مصرف اکسیژن هنگام استراحت و فعالیت بدنی اثری چشمگیر داشته و مقدار آن به طور پیش‌رونده‌ای با افزایش اندازه بدن کاهش می‌یابد [۲۳، ۱۹، ۳]. نسبت ناحیه سطحی بدن<sup>۱</sup> به وزن در کودکان کوچک اندام نسبت به افراد بزرگسال بیشتر است. مطابق قانون سطح، مقدار نسبی حرارت تولیدی شخص کم‌جثه که نسبت به وزن خود، ناحیه سطحی بدن بزرگتری دارد، بیشتر است و بدن‌بال آن حرارت بیشتری از بدن دفع می‌گردد. از این رو، برای حفظ گرمای بدن، باید حرارتی معادل حرارت از دست رفته تولید شود که ناچاراً هزینه انرژی استراحت یا ورزش را افزایش می‌دهد [۱]. از طرفی شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که بیماران اسپاستیک به دلیل غلبه بر تون عضلانی بالا و حرکات اضافی غیر ارادی و ترکیب بدن نامناسب، از هزینه انرژی استراحتی بالاتری نسبت به سایر افراد سالم برخوردارند [۱۳].

همچنین از شواهد علمی چنین بر می‌آید که به منظور ارزیابی آمادگی قلبی - عروقی افراد معمول آزمون‌های ارگومتری، تردمیل و ارگومتر دستی و پایی معتبر می‌باشند. [۳۰، ۲۳، ۱۶، ۸] موسلین<sup>۲</sup> (۱۹۹۶) دریافت که تفاوت شعاع چرخ‌لنگر در انواع گوناگون ارگومترها احتمالاً دلیل اصلی تفاوت حد اکثر اکسیژن مصرفی و کارایی مکانیکی است بنابراین تنظیم و کالیبره شدن ابزارهای سنجش الزامی است [۲۵]. تحقیق واندنبرگ<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) در اعتباریابی دوچرخه ارگومتر خاطر نشان ساخت که این وسیله جهت ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی و توان بی‌هوایی در مورد بیماران فلج مغزی و افراد سالم کارساز بوده و همبستگی ۷۶ تا ۹۶ درصد قابل ملاحظه است [۳۶].

این پیشینه‌های علمی روشن می‌سازد که مقدار هزینه انرژی افراد اسپاستیک برای انجام کار معین بیش از افراد سالم است. لیکن هنوز بخوبی روشن نگردیده است که آیا می‌توان با برنامه ورزش درمان خاصی این روند را به نفع این بیماران تغییر داد. در حال حاضر در اکثر مراکز درمانی و توانبخشی این بیماران صرفاً به تقویت انعطاف پذیری و ریلکس کردن عضلات پرتنش می‌پردازند و تقویت سیستم قلبی - عروقی و تنفسی و متابولیسم سوخت و سازی این بیماران فراموش گردیده است. از این رو هدف عمده این تحقیق مقایسه هزینه‌های انرژی

<sup>۱</sup> - Body surface area

<sup>۲</sup> - Mocellin R

<sup>۳</sup> - Vandenberg

استراحتی و کارایی مکانیکی این بیماران قبل و بعد از اجرای برنامه تمرینات هوازی سه ماهه و مقایسه با افراد سالم است.

### روش شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به روش کلینیکی و آزمایشگاهی صورت گرفت. و برخی از شاخص های فیزیولوژی قلبی - عروقی گروه تجربی از طریق انجام پروتکل اصلاح شده مک مستر<sup>۱</sup> [۵] روی چرخ کارسنج، در شرایط قبل و بعد از یک دوره برنامه تمرینات اکسایشی زیر بیشینه محاسبه گردیده و در پایان با اندازه های گروه کنترل مورد مقایسه قرار گرفتند.

جامعه آماری را دانش آموزان مدارس ابتدایی شهر همدان تشکیل می دهد. گروه تجربی شامل ۱۵ کودک فلج مغزی اسپاستیک دبیلوی با متوسط سن ۱۱ سال، بصورت داوطلبانه از مدارس استثنایی همدان و گروه کنترل نیز شامل ۱۸ دانش آموز سالم با میانگین سنی و مشخصات فیزیکی مشابه گروه تجربی به صورت تصادفی خوشه ای از مدارس ابتدایی انتخاب شدند. مشخصات قد، سن و وزن آزمودنی ها در جدول ۱ آمده است.

جدول (۱): میانگین و انحراف استاندارد سن، قد و وزن آزمودنی ها

گروه تحقیق	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه بیمار پیش آزمون	۹ - ۱۴	$131 \pm 6/34$	$29/83 \pm 5/64$
گروه بیمار پس آزمون	۹ - ۱۴	$131 \pm 6/34$	$30/40 \pm 5/22$
گروه سالم	۹ - ۱۴	$133 \pm 5/4$	$28/14 \pm 4/18$

نوع و شدت ضایعه اسپاستیک گروه تجربی در حد متوسط تا شدید و مطابق مقیاس ۳ تون عضلانی آشورد<sup>۲</sup> برآورد گردید [۱۶]. با توجه به سطح آمادگی قلبی - عروقی ( $VO_{2max} = 1/56 \pm 0/08 L/min$ ) و توانایی عضلات پای بیماران، سرعت پدال زنی آزمون ارگومتری به شیوه آزمایش و خطا ۳۰ rpm انتخاب گردید و هر دو گروه، آزمون ارگومتری را در این شرایط پدال زدند.

شیوه انجام پروتکل مک مستر: پس از بررسی پیشینه پزشکی گروه های تحقیق (بدون عارضه ارتوپدی و بیماری قلبی - عروقی) بیماران اسپاستیک متعاقب یک جلسه آشنایی و یادگیری با نحوه پدال زنی روی دوچرخه، آزمون ارگومتری را در قالب پیش آزمون اجرا کردند. پس از آن گروه بیمار مرحله پیش آزمون ارگومتری را

<sup>۱</sup> - Mac master

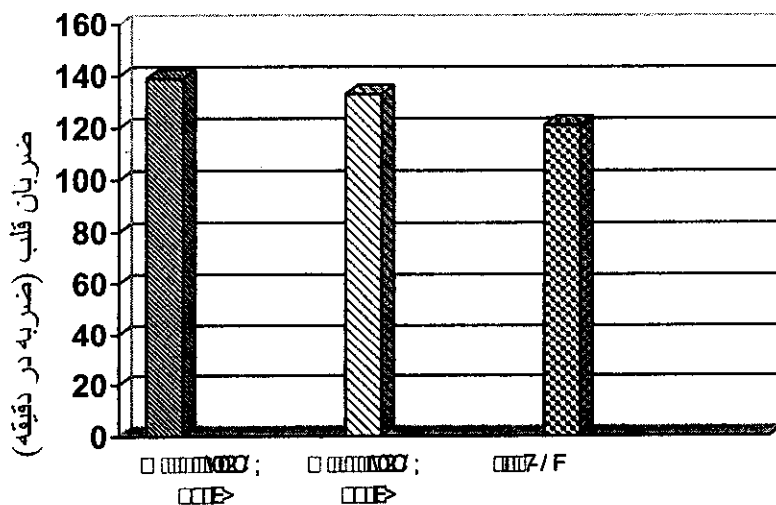
<sup>۲</sup> - PWC ۱۵۰

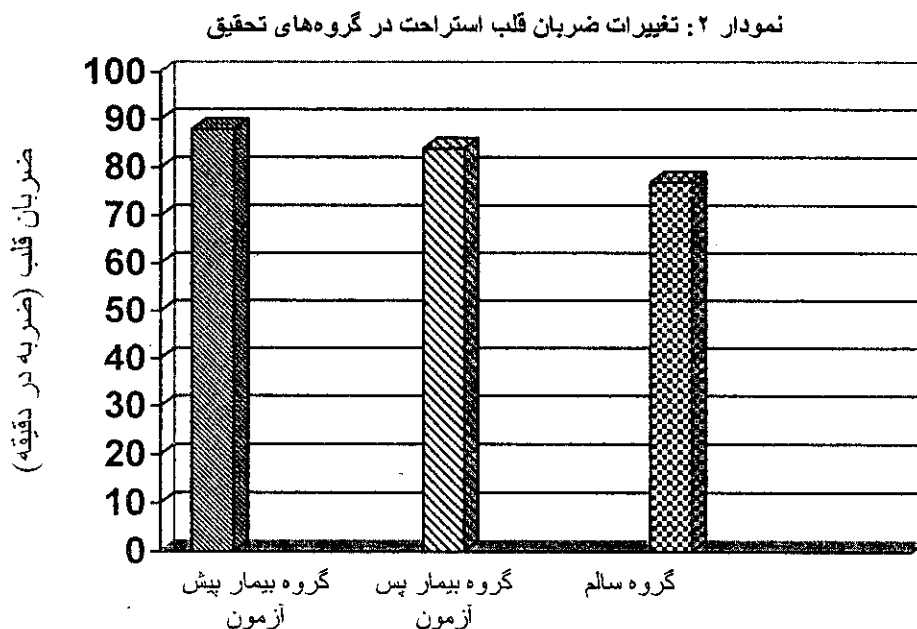
می‌یافت. شرط توقف آزمون ارگومتری، مشاهده علائم خستگی یا رسیدن به حداکثر ضربان قلب هدف معادل ۱۵۰ bpm بود. در غیر این صورت آزمون تا پایان مرحله چهار ادامه می‌یافت. در هر یک از مراحل کارسنجی شدت ورزش، هزینه اکسیژن و نسبت اکسیژن به بازده کار به منزله مقیاس کارایی سوخت و سازی برآورد شدند. گروه بیمار پس از انجام پیش آزمون، برنامه تمرینات توانبخشی زیر بیشینه سه ماهه به تعداد سه نوبت در هفته و مدت زمان ۲۰ تا ۲۵ دقیقه برای هر جلسه با میانگین ضربان قلب bpm ۱۴۴ معادل شدت کار  $(\pm ۲/۵)$   $\%HRR = ۴۶$  به شکل فعالیت روی ارگومتر پایی، پیاده روی روی تردمیل مکانیکی با شیب و سرعت‌های متفاوت و دویدن‌های اینتروال با شدت پایین، انجام داده و متعاقب آن پس آزمون در شرایط مشابه پیش آزمون برای گروه بیمار انجام گرفت. سپس این آزمون توسط گروه سالم نیز اجرا گردید. به منظور تحلیل و تفسیر آماری داده‌ها از نرم افزار spss به روش آنالیز واریانس چندمتغیری استفاده گردید.

#### یافته های تحقیق

در گروه سالم تعداد ضربان های قلب استراحت ( $۷۷ \pm ۱۳/۵۱$  bpm) و زیر بیشینه ( $۱۲۱ \pm ۸/۶$  bpm) به میزان قابل توجهی کمتر از گروه بیمار در هر دو شرایط پیش و پس آزمون بود. اجرای تمرینات هوازی زیر بیشینه به کاهش معنی دار ضربان‌های قلب استراحت و زیر بیشینه انجامید. به گونه ای که پس از برنامه توانبخشی ضربان‌های قلب پس آزمون بیماران در حالت استراحت ( $۸۴ \pm ۶/۲۹$  bpm) در مقابل  $۷/۱۲ \pm$  ( $۸۸$ ) و زیر بیشینه ( $۱۳۳ \pm ۸/۶$  bpm) در مقابل  $(۱۳۹ \pm ۸/۵)$  به میزان معنی داری نسبت به پیش آزمون کاهش یافت. (نمودارهای ۱ و ۲)

نمودار ۱: تغییرات ضربان قلب زیر بیشینه ارگومتری در گروه‌های تحقیق



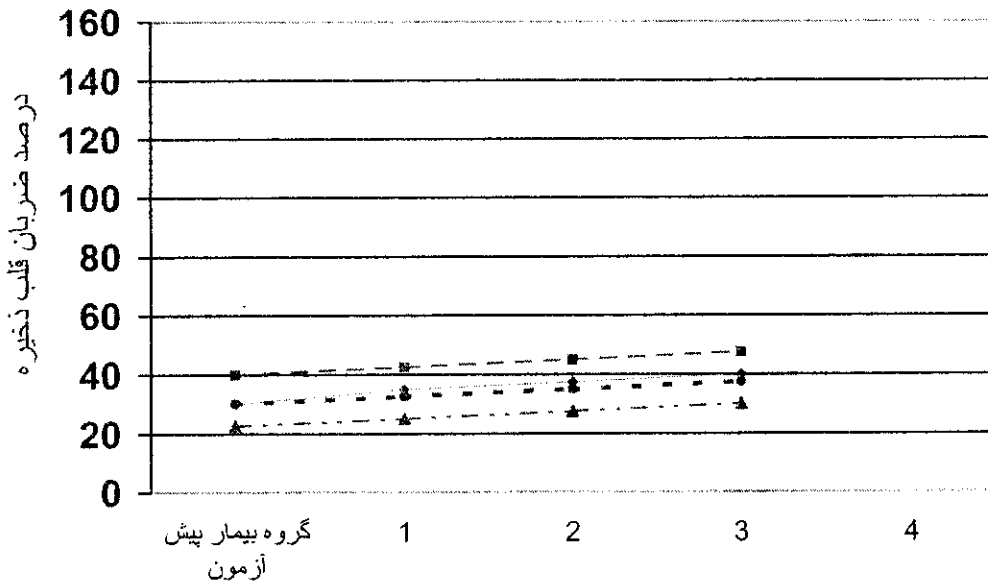


شدت اجرای آزمون (%HRR) گروه سالم در هر یک از ۴ مراحل جداگانه آزمون ارگومتری به میزان قابل توجهی پایین تر از مراحل مشابه ارگومتری حالت های پیش و پس آزمون گروه بیمار بود. پس از برنامه درمان، شدت ورزش بر پایه درصد ضربان قلب ذخیره بیماران در هر مرحله پس آزمون نسبت به پیش آزمون به میزان معنی داری کاهش یافت. (جدول ۲، نمودار ۳)

جدول (۲) : مقایسه شدت تمرین ورزش (%HRR) در مراحل چهارگانه برنامه ارگومتری در گروه‌های تحقیق

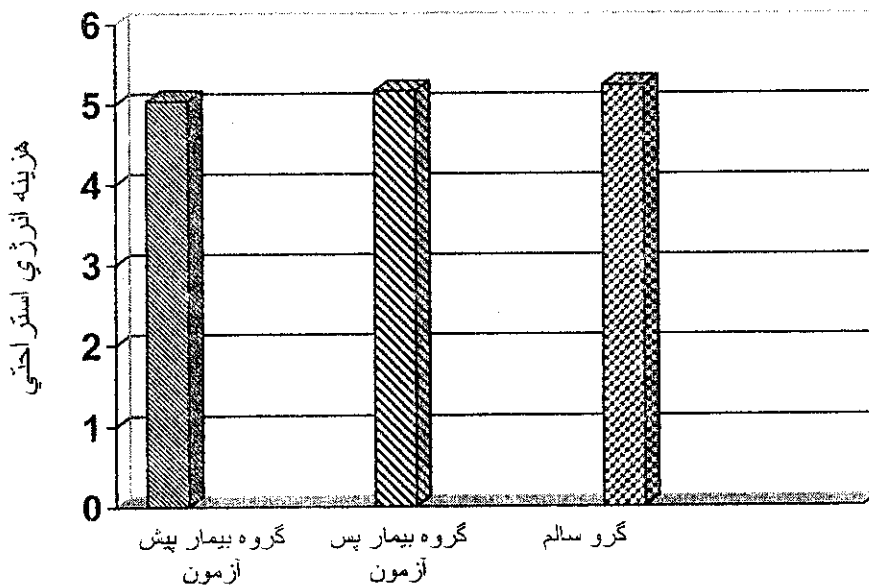
%HRR				مرحله آزمون ارگومتر	تحقیق
۱	۲	۳	۴		
% ۳۵	% ۴۳	% ۴۷	% ۵۱	گروه بیمار پیش آزمون	
% ۲۹	% ۳۵	% ۴۱	% ۴۸	گروه بیمار پس آزمون	
% ۲۴	% ۳۰	% ۳۵	% ۴۱	گروه سالم ۳۰ rpm	

نمودار ۳: الگوی تغییرات شدت کار (%HRR) در مراحل چهارگانه آزمون ارگومتر



همچنین نتایج تحقیق نشان دادند که هزینه انرژی استراحتی گروه بیمار در شرایط قبل و بعد از برنامه توانبخشی (به ترتیب  $0.20 \pm 0.04$  و  $0.31 \pm 0.16$ ) تفاوت معنی داری نداشت و این اختلاف با هزینه انرژی افراد سالم ( $0.13 \pm 0.23$  ml / kg / min) ناچیز می باشد. (نمودار ۴)

نمودار ۴: تغییرات هزینه انرژی استراحتی در گروه های تحقیق

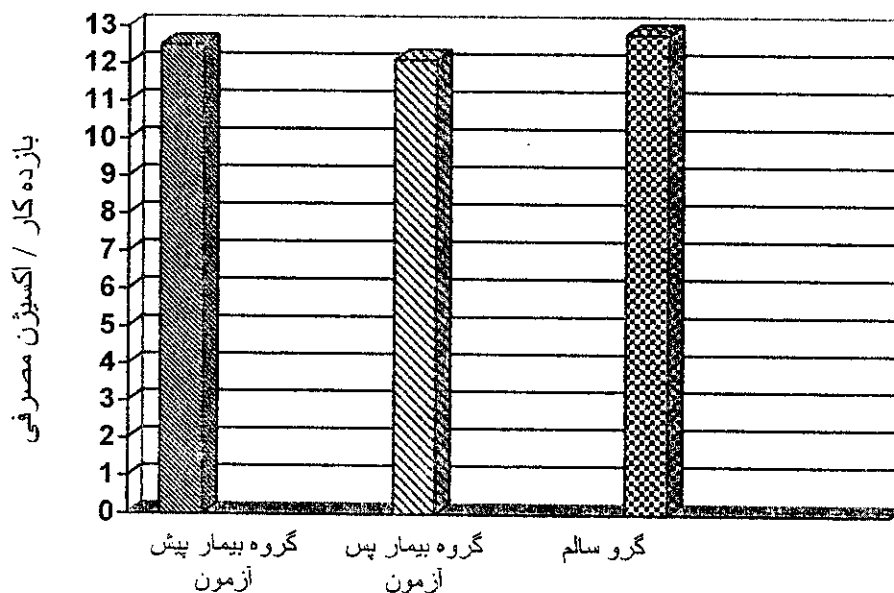


مقیاس سنجش کارایی متابولیک با میزان اکسیژن مصرفی متناسب با بازده کار ارگومتری در بیماران در شرایط پس آزمون ( $12.12 \pm 0.11$  ccO<sub>2</sub> / min / watt) نسبت به وضعیت پیش آزمون ( $0.20$  ccO<sub>2</sub> / min / watt) کاهش قابل توجهی یافت. همچنین هزینه اکسیژن هنگام فعالیت روی ارگومتر در شرایط پس آزمون، تنها در آخرین مرحله با بازده کار  $45$  وات کاهش چشمگیری نشان داد ( $20.34 \pm 2/1$  در برابر



پس از مزمون، تنها در آخرین مرحله با بازده کار ۴۵ وات کاهش چشمگیری نشان داد ( $2/1 \pm 20/34$  در برابر  $1/8 \pm 18/02$  میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه)، این دگرگونی حاکی از بهبود نسبی کارایی متابولیکی بیماران پس از دوره ورزش درمانی است. ارزش این متغیر در گروه سالم ( $0/16 \text{ ccO}_2 / \text{min} / \text{watt} \pm 12/18$ ) به دست آمد. (نمودار ۵)

نمودار ۵: تغییرات اکسیژن مصرفی متناسب با بازده کار در گروه‌های تحقیق



### بحث و نتیجه گیری

امروزه در سایه یافته‌های علوم توانبخشی روشن گردیده است که ورزش و فعالیت بدنی علاوه بر حفظ سلامتی و نشاط، به تنهایی یا به عنوان مکمل درمان‌های دارویی نقش بسزایی در پیشگیری، درمان و مهار بسیاری از بیماری‌های قلبی - عروقی و سایر بیماری‌ها دارد. کودکان فلج مغزی در شرایط کار زیر بیشینه قدرت عضلانی، اوج توان و استقامت عضلانی پایین و هزینه اکسیژن بالایی دارند، در این بیماران اندازه  $VO_{2max}$  پایین بوده لیکن عامل  $VO_{2max}$  به تنهایی عملکرد حرکتی آنان را محدود نمی‌سازد [۱۰]. اجرای فعالیت هوازی منجر به پیشرفت عملکرد بدنی و توانایی گام برداری افراد CP می‌شود. لیکن این رخداد به افزایش اندک حداکثر توان هوازی می‌انجامد [۹]. دلیل عمده پایین بودن تحمل پذیری ورزش در کودکان مبتلا به فلج مغزی، بالا بودن هزینه سوخت و ساز در فعالیت‌های فیزیکی و نیز پایین بودن ظرفیت هوازی آن‌ها می‌باشد. در این زمینه مطالعات نشان می‌دهد که استقامت قلبی - تنفسی معلولان تحت فعالیت زیر بیشینه کمتر از افراد سالم است. سازگاری‌های قلبی - عروقی با ورزش در طیف گسترده انسان‌های سالم (نوجوان، بزرگسال، سالمند) و بیمار (عوارض متابولیکی، قلبی - عروقی، ارتوپدی، عصبی - عضلانی و ...) متفاوت است. یافته‌های

پژوهشی پیشین نشان می دهد که اثر درمانی فعالیت های ورزش به مدت شدت و تکرار جلسات تمرینی بستگی دارد.

اجرای ۲۰ تا ۴۰ دقیقه ورزش هوازی زیر بیشینه با دامنه شدت ۴۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره برای ۳ تا ۵ نوبت در هفته منجر به افزایش استقامت قلبی - عروقی و کاهش هزینه انرژی بیمارانی فلج مغزی می شود [۱۳]. افراد بی تحرک به دلیل پایین بودن آمادگی هوازی، تعداد ضربان قلب آنها در شرایط استراحت و زیر بیشینه بالاتر است و اجرای فعالیت هوازی منجر به کاهش هر دو متغیر می شود [۳]. افت ضربان قلب متعاقب تمرینات هوازی زیر بیشینه از طریق افزایش حجم ضربه ای جبران می شود [۶]. سوزوکی<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) در سرعت های یکسان قدم زدن، ضربان قلب زیر بیشینه بیماران اسپاستیک را بیشتر از افراد سالم گزارش نمود به گونه ای که در بیماران اسپاستیک حتی در مراحل پایین با شدت های سبک آزمون، هنوز این متغیر با وجود افت سرعت به میزان بارزی بالاتر از گروه سالم بود [۳۴]. متعاقب یک سال تمرین هوازی، ضربان قلب زیر بیشینه کودکان CP به طور معنی داری کاهش می یابد. [۸]. در سن<sup>۲</sup> (۱۹۸۲) ضربان زیر بیشینه بیماران اسپاستیک را بالاتر از افراد سالم گزارش کرد [۱۵] کاهش ضربان های قلب استراحت و زیر بیشینه و همچنین کاهش شدت اجرای ورزش (%HRR) در بیماران اسپاستیک متعاقب برنامه تمرینی نشان دهنده اثر فزاینده تمرینات هوازی روی شاخص های قلبی - عروقی و قابلیت تحمل بدنی آنان بوده است. با این وجود، آنان هنوز تا رسیدن به سطح آمادگی افراد سالم فاصله دارند. گروه سالم به دلیل برخورداری از سطح برتر آمادگی بدنی، به نحو معنی داری ضربان های قلب استراحت و زیر بیشینه و درصد ضربان قلب ذخیره کمتر از هر دو وضعیت پیش و پس آزمون بیماران دارند. این پدیده نشان می دهد که بیماری فلج مغزی در کاهش آمادگی هوازی استقامت قلبی - عروقی موثر بوده است. از طرفی این متغیرها در هر یک از ۴ مرحله جداگانه ارگومتری پس آزمون بیماران به مراتب کمتر از مراحل همگون در وضعیت پیش آزمون بودند و گروه سالم این مراحل را به میزان معنی داری با شدتی حتی پایین تر از وضعیت پس آزمون بیماران پدال زدند.

استالینگ<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) در مطالعه بیماران اسپاستیک ۲ تا ۱۸ ساله هزینه انرژی استراحتی بیماران اسپاستیک (با ذخایر چربی پایین) را به مراتب کمتر از بیماران اسپاستیک (با ذخایر چربی بالا) و حتی افراد سالم (با توده چربی مناسب) گزارش کرد [۳۲].

از طرفی رزی<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) تفاوتی را در هزینه انرژی استراحتی بیماران اسپاستیک و افراد سالم مشاهده نمود. [۲۸]. باندینی (۱۹۹۱) به این نتیجه رسید که هزینه انرژی استراحت بیماران فلج مغزی با توجه به نوع

<sup>۱</sup> - Susuki

<sup>۲</sup> - Dressen

<sup>۳</sup> - Stallings

و شدت اسپاستیک متفاوت می‌باشد [۷]. در دوران کودکی نسبت اندازه بافت های حیاتی به ویژه مغز، قلب، کبد، ریه و کلیه ها و ناحیه سطحی بدن نسبت به کل وزن بدن بیشتر از دوران بزرگسالی است، از طرفی اندازه توده عضلانی نسبت به وزن کل بدن در این دوره سنی به مراتب کمتر از دوره بزرگسالی است. به همین دلیل در دوره کودکی اندام های حیاتی بدن سهم بیشتری از کل برون ده قلبی را نسبت به بزرگسالان به خود اختصاص می دهند. در بیشتر محاسبات هزینه انرژی فعالیت بزرگسالان که هزینه انرژی استراحتی به منزله یک عامل موثر به شمار می رود. مقدار هزینه انرژی استراحتی معادل  $3/5$  میلی لیتر برای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه، فرض می‌شود. مقدار متابولیک استراحتی بدن در دوران رشد نسبت به اندازه بدن کاهش می یابد. هزینه انرژی استراحتی دوره پیش بالیدگی بیشتر از بزرگسالی ( $1\text{ met}$ ) است [۱]. مقدار متابولیک پایه (بازال) نوزدان به ازای هر کیلوگرم وزن دو برابر افراد سالم است. در گروه های سنی ۶ و ۱۸ سال که در آزمون های ورزشی شرکت نموده اند، کاهش اکسیژن مصرفی استراحتی (نسبت به ناحیه سطحی بدن) به ترتیب ۱۹ درصد در پسران و ۲۷ درصد در دختران گزارش شده است [۱]. در این زمینه رابینسون<sup>۲</sup> میانگین حجم اکسیژن استراحتی گروه های سنی ۶ و ۲۵ سال را  $7/53$  و  $3/56$  میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه گزارش کرده است [۲۷]. مک دو گال<sup>۳</sup> و همکارانش نیز تفاوت هزینه انرژی استراحتی کودکان و بزرگسالان را ناچیز گزارش کردند [۲۴]. تحقیق حاضر نشان داد که شاخص هزینه انرژی استراحتی دو گروه تقریباً همسان بود، لیکن میانگین هزینه انرژی استراحتی گروه های تحقیق به میزان معنی داری بالاتر از افراد بزرگسال بود.

کارایی متابولیکی عضلات اسکلتی: شواهد پژوهشی از هزینه انرژی ورزشی بالاتر بیماران اسپاستیک نسبت به افراد سالم و نیز تاثیر فعالیت بدنی اکسایشی (زیر بیشینه یا بیشینه) بر جنبه های فیزیولوژیک و متابولیک عضله اسکلتی حکایت می کند.

هزینه انرژی قدم زدن کودکان اسپاستیک بیشتر از افراد سالم است. برخی شواهد پژوهشی نشان می دهد که هزینه اکسیژن دوچرخه سواری در بچه های فلج مغزی می تواند تا ۲ برابر افراد تندرست باشد که به شدت و درجه اسپاستیسیته بیمار وابسته است [۲۳، ۳۴]. همچنین آنتان<sup>۴</sup> هزینه انرژی قدم زدن معین روی تردمیل را در بیماران اسپاستیک  $0/6 \pm 16/6$  و در افراد سالم  $0/12 \pm 10/2$  میلی لیتر در دقیقه به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن گزارش کرد [۳۵]. برنامه ورزشی ترکیبی جودو و شنا به مدت ۱۰ هفته به کاهش ده درصدی

1- Rose

2- Rabinson

3- Macdogal

4- Unnithan

هزینه اکسیژن ارگومتریک بیماران CP انجامیده است. اما متعاقب ۴ ماه بی تمرینی  $VO_2$  بیماران مجدداً به سطح اولیه بازگشت و این دگرگونی احتمالاً به دلیل کاهش اسپاستیسیته عضله بیماران CP است [۳۱].

هانسن<sup>۱</sup> و همکارانش  $VO_2$  افراد سالم را برای اجرای آزمون پیشرونده ارگومتر معادل  $1 \pm 10/2 \text{ mlO}_2/\text{min}/\text{watt}$  برآورد کردند [۱۸]. این ارزش ها با گزارش وزمن و ویپ<sup>۲</sup> در مردان غیر فعال معادل  $0/9 \pm 10/1 \text{ mlO}_2/\text{min}/\text{watt}$  مشابه بود [۳۷]. در این رابطه ریلی<sup>۳</sup> میانگین هزینه انرژی  $11/5 \text{ mlO}_2/\text{min}/\text{watt}$  با انحراف معیار  $0/78$  را برای ۱۲ دوچرخه سوار ورزیده برآورد نمود [۲۶]. قابلیت هایی مانند پایین آمدن آستانه خستگی متابولیکی عضلان درگیر (خستگی تاخیری)، افزایش آستانه لاکتات، افزایش زمان اجرا و تحمل شدت های بالاتر کار هنگام فعالیت استاندارد آزمایشگاهی، نشان وقوع سازگاری های محیطی قلبی - عروقی است. در این پژوهش متعاقب برنامه توانبخشی ورزشی، تغییرات هزینه اکسیژن در هر مرحله از شدت کارسنجی بویژه در آخرین مرحله بازده کار (۴۵ وات) با میانگین ۴۸ درصد HRR یا نسبت  $VO_2/\text{workload}$ ، کارایی سوخت و سازی عضلات پاها هنگام پدال زنی را نشان می دهد. یافته های پژوهش آشکار می سازد که نسبت  $VO_2/\text{watt}$  در وضعیت ریکاوری بیماران CP به میزان معنی داری نسبت به پیش آزمون کاهش یافته است، بدین معنا که مقدار آن حتی کمتر از گروه سالم شده است. به بیان دیگر، عضلات فعال اسکلتی بیماران قادر بوده اند که تحت بازده کار بیشتر (۴۳/۶ وات پس آزمون و ۳۸/۲۷ وات پیش آزمون بیماران و ۴۵ وات در افراد سالم)، هزینه اکسیژن کمتری را در واحد زمان تحت بار کار معین فزاینده مورد استفاده قرار دهند به عبارت دیگر تمرینات هوازی زیر بیشینه، به مدت سه ماه احتمالاً سبب گردیده است که بیماران در وضعیت ریکاوری نه تنها مراحل بیشتر آزمون ارگومتر را پشت سر نهاده بلکه آزمون را در شدت بالاتری اجرا کنند. به علاوه آزمون مک مستر را نیز با پرداخت هزینه اکسیژن کمتر و فشار کار پایین تر هنگام پس آزمون اجرا نمایند. ( $P < 0/05$ ) بدین معنی که عضلات درگیر فعالیت پدال زنی، قابلیت تحمل شدت بیشتر کار را همراه مصرف اکسیژن حتی کمتر از افراد سالم کسب نموده اند ( $1/8 \pm 18/02$  در برابر  $2/1 \pm 20/34$  میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه) این نشانه ها امکان تاثیر مثبت متغیر مستقل نوتوانی ورزش را بر کارآمدی و آمادگی قلبی - عروقی و نیز کارایی متابولیکی عضلانی بیماران CP خاطر نشان می سازد.

<sup>۱</sup>- Hanssen

<sup>۲</sup>- Wasserman

<sup>۳</sup>- Riley

### نتیجه گیری نهایی

بیماران فلج مغزی دارای سطح پایین آمادگی قلبی - عروقی و ضربان های قلب استراحت و زیر بیشینه بالاتر از افراد سالم بودند. از یافته های تحقیق چنین برمی آید که کارایی سوخت و سازی این دسته از بیماران در جذب اکسیژن و انرژی تولیدی جهت فعالیت های ورزشی و روزمره به مراتب پایین تر از افراد سالم است. لیکن فعالیت های هوازی زیر بیشینه بسته به مدت و شدت تمرین به افزایش معنی دار کارایی سوخت و سازی این بیماران منجر می گردد این دگرگونی در بیماران فلج مغزی اسپاستیک علیرغم محدودیت عملکرد دستگاه عصبی - عضلانی و تحمل پایین شدت های بالاتر تمرینی از جنبه های بالینی قابل توجه است.

## منابع

۱. تامس دبلیو. رولند، ترجمه: گائینی، عباس علی، ۱۳۷۹، فیزیولوژی ورزشی دوران رشد. چاپ اول، انتشارات دانش افروز.
۲. تقی منش، طوسی. ۱۳۶۶. تربیت بدنی و بازپروری. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. جک اچ ویلمور، دیوید ال کاستیل، ترجمه: معینی، ضیا، ۱۳۷۵. فیزیولوژی ورزشی و فعالیت بدنی. چاپ اول
۴. eElain – Lralin ترجمه: جغتایی، محمد. ۱۳۷۶. کودکان با فلج مغزی. دانشگاه علوم بهزیستی تهران.
5. ACSM Guidelines for Exercise testing and prescription 6<sup>th</sup> edi, American college of sport medicine, 2000, lippincott Williams & wilkins pub.
6. Astrand, PO. Rodabl, K. 1970, "Textbook of work physiological". McGraw-Hill, New York.
7. Bandini lj, schoeleer DA, fukagawa nk, wykes lg, dietzwH, 1991 jun, "Body composition and energy expenditure in adolescents with cerebral palsy, or myelody splasia, Pediatr res : 29 (1) : 70-7.
8. Bar- oro, inbaro, spiraR. 1976 fall " physiological effects of a sport rehabilitation program on cerebral palsied and post – poliomyelitis adolescents ". Med science sport: 8(3) : 157 – 61.
9. Bar-or-o 1989. " Path physiological factors which limit the exercise capacity of the sick child ". Me Sci sports exercise , 18.
10. Berg, k. Biure, J. 1970. " Methods for evaluation of physical working capacity of school children with cerebral palsy ". Acta Paediatior scand suppl, 204: 15.
11. Christos p , panteliadis, Basil parras, 1999. " Theory and practice " 2 ed , 322-55 (229)
12. Copyright 1999-2001. The Thomson corportion, all right reserved, My disease dex (lm) is . is a trademark of mi romedex , inc.
13. Current comment ore official statement. By American college of sport medicine concerning topics of to the public at – long.
14. Dahlback , 1985 , mossbery, 1990, unnithan. 198, steenbok. 1997 , bowen 1998.

15. Dresen, MH. 1982, " Physical work capacity and daily physical activity of handicapped and non handicapped children " . Eur J. Appl physiol occup phtsiol., 48 (2) : 241 – 51 .
16. Glaser RM, Sawka MN, Brune MF, Wilde SW. 1980 jun, Physiological responses to maximal effort wheelchair and arm crank ergometry, J Appl physiol; 48 (6) : 1060 – 64.
17. Hagberg B, Hagberg G, Olow I . 1974. The changing program of cerebral palsy in Sweden, Acta pediator scand ; 78:283.
18. Hansen, IE, SU, DY, Wasserman, K. 1984. " Predicted Values for clinical exercise testing " , Am , Rev respir Dis, 129 (supple) : 549 – 555.
19. Holliday, M. A; potter, D.J. Arrab, A. Bearg, k S. 1984 . " The relation of metabolic – rate to body weight and orang size " , Pediat. Res. 1: 185-195.
20. Hoskell and Roze, 1993 July , A comparision of oxygen pulse and respiratory exchange ratio in cerebral palsied and no disabled children, Arch physiol med rehabil., 74 (4): 702-5.
21. Kaufman HH, Bodensteiner J, Bukart B, Gutmann L, Kopintnik T, Loy N, Cox-Ganser J, Hobbs G. 1994 may. Treatment of spastic gait in cerebral palsy , W V Med J; 90 (5) : 190 – 92 .
22. Landin, S. (1977) . " Muskelurens substratnyttgande under arbete hos patienter med central motorneuronskada och Parkinson sjukdom " , Depatment of neurologym, kayrolinska slukhuset, stokholm, Sweden.
23. Lundberg, 1976 . " Oxygen consumption in relation to work load in student with cerebral palsy " . J Apple physiol , Jun : 40 (6) : 873-5.
24. Mac Dogall, J.D; Roche, P.D; Bor-oro . Mroz, J.R. 1983, " Maximal aerobic capacity of candian school children: predication based on age-related oxygen cost of running" . Int, J. Sports med. 4: 194-198.

25. Mocillin R, Bastanier C. 1970 jun " on the validity of Wiv, As a measure of physical performance capacity in the assessment of children with heart disease (author, s trans ) " . Eur j pediatr, 8: 122 (3): 233 – 39 .
26. Riley, M. Wasserman, K.Fu, Pc. Copper, CD. 1996, " Muscle sub state utilization from alveolar gas exchange in trained cyclist . Eur, Apple, Physiol. 72: 341-348.
27. Robinson, S. 1983, " Experimental studies of physical fitness in relation ship to age" . Arbeitsphysiologie , 10: 251-323.
28. Rose J, Gambel JG, Medeiros J, Burgos A, Haskell WL, 1989 may – Jun " Energy cost of Walking in normal children and in those with cerebral palsy, comparison of heart rate and oxygen uptake " . J pediatr orthop. 9 (3) : 276-9.
29. Rose J, Haskel WL, Gamble JG, Hamilton RL, Brown DA, Rinsky L. 1994 nov. Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy, J orthop Res: 12 (6) : 758-68.
30. Rotstein A, Sagiv M, Ben – sira D, Werber G, Hutsler J, Annenburg H, 1994 MAR, Aerobic capacity an anaerobic threshold of wheelchair basketball players, Sport medicine an rehabilitaiton division , ; 32 (3) : 196 – 201 .
31. Spira, R. Contain of the H, 1974, " reflex to the study of spasticity in adolescents " , Dev med child Neural 16: 15.
32. Stalings va, zemel bs, davies lc, cronk ce, 1996 oct, Energy expenditure of children and adolescents with severe disabilities : acevebral palsy Am j clin nutr: 64 (4) : 627 – 34.
33. Suzuki, N. Shiinohara. 2001; " Exercise intensity based of on heart rate well – walking in spastic cerebral palsy " . Ball Hosp in Dis 60(1) : 18-21.
34. Suzuki N, Watakbe , M, 1992 jul " Te influence of soft tissue contratures on the walking ability of patients with spastic cerebral palsy " Nippon sekeigeka Gakkai Zasshi: 66 (7) : 621 – 32.



35. Unnithan VB, Dowling JJ, Frost L, Bar--oro 1999 Dec " Role of mechanical power estimates in the cost of walking in children with cerebral palsy". Med sci sports Exerc: 31 (12) : 1703 – 8.
36. Vandenberg – Emons RJ, Van Book MA, de Barbanson DC, Spethl, Saris WH, 1996 Dec " Reliability of test to determine peak aerobic power, anaerobic power and isometric muscle strength in children with spastic cerebral palsy". Dev med child neurol: 38 (12) : 1117-23.
37. Wasserman, K, Whipp, BJ. 1975, " Exercise physiology in health and disease (state of the art) ", Am Rev Respir Dis, 112: 219-249.