



دکتر حمید رجبی  
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

# رژیم‌های فعالیتی در مدارس

## اصول و مبانی فیزیولوژیک در برنامه‌ریزی درسی تربیت‌بدنی در مدارس

### مقدمه

نمو و بالندگی در انسان، توسط تعامل میان ژن‌ها، هورمون‌ها و مواد غذایی حفظ می‌شود و محیطی که کودک در آن زندگی می‌کند نیز در کمیّت و کیفیت نمو و بالندگی مؤثر است. مطالعات گذشته، وضعیت اجتماعی - اقتصادی خانواده، سابقه بیماری، تعداد افراد خانواده و آب‌وهوا را به عنوان مهمترین عوامل محیطی مؤثر بر نمو و بالندگی کودکان و نوجوانان معرفی کرده‌اند. با توجه به فقر حرکتی که در دو دهه اخیر، تمام افراد جوامع، به‌ویژه کودکان و نوجوانان را فراگرفته و مشکلات عدیده‌ای در تندرستی جسمی و ذهنی کودکان به دنبال داشته است، فعالیت بدنی به عنوان یک عامل محیطی مؤثر بر نمو و بالندگی در ابعاد جسمی، شناختی و ادراکی مورد توجه قرار گرفته است. در مقاله حاضر، اثرات مطلوب فعالیت‌بدنی در نمو و بالندگی جسمانی، به‌ویژه از نظر پیکرشناسی و قابلیت‌های زیست حرکتی مورد توجه قرار می‌گیرند و به کیفیت و کمیّت فعالیت‌های بدنی در سنین مدرسه، از دیدگاه مبانی فیزیولوژیکی اشاره خواهد شد.

کلیدواژه‌ها: عوامل رشدی، فیزیولوژیک، بافت استخوان، تمرین‌پذیری، توان هوازی.

### فعالیت بدنی و قامت

اطلاعات طولی به‌دست آمده بر روی پسران فعال و غیرفعال از کودکی تا نوجوانی نشان می‌دهد که به صورت میانگین تفاوتی میان قد کودکان و نوجوانان فعال و غیرفعال وجود ندارد. بنابراین شاید تصور شود که فعالیت‌بدنی منظم، تأثیر مشخصی بر روی نمو قد و سرعت آن ندارد. به هر حال با علم به این که برخی از عوامل رشدی وابسته به تحریکات مکانیکی هستند و از طرف دیگر تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌تواند عوامل رشدی را سرکوب کند و فعالیت بدنی به عنوان یک عامل برای تقویت سیستم ایمنی و کاهش عوامل التهابی مورد توجه است، پس منطقی است که نقش فعالیت بدنی را حداقل به عنوان یک عامل محافظتی در برابر تخریب رشد، در نظر بگیریم. بر همین اساس در مطالعات اخیر که با این دیدگاه انجام گرفته، افزایش قد بر اثر فعالیت بدنی منظم را نشان داده‌اند. اگر این دیدگاه پذیرفته شود، فعالیت بدنی بچه‌ها در زنگ ورزش مدارس یا فعالیت‌های بدنی آن‌ها در محیط خارج از مدرسه باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که فراتر از ظرفیت‌های فیزیولوژیکی آن‌ها نباشد تا آن‌ها دچار فقر شدید انرژی که سرکوبگر سیستم ایمنی است، نشوند. بنابراین فعالیت‌های مداوم با زمان بیش از ۶۰ دقیقه، توصیه نمی‌شود.



## فعالیت بدنی، وزن و ترکیب بدن

تفاوت میان وزن بدن پسران و دختران فعال و غیرفعال عموماً کم است و معمولاً معنی دار نیست. اطلاعات به دست آمده در این خصوص بسیار متنوع است، زیرا ممکن است تأثیرات فعالیت بدنی یا فقر حرکتی روی یکی از اجزای تشکیل دهنده وزن بدن (وزن چربی و وزن بدون چربی) ایجاد شود که مقایسه را با مشکل مواجه کند. برای مثال پسران کاندایی فعال، تمایل به وزن بیشتری در دوران نوجوانی دارند که مربوط به افزایش توده عضلانی آن هاست. بنابراین احتمال این که اجزای وزن بدن تحت تأثیر فعالیت بدنی منظم قرار گیرد، وجود دارد. اطلاعات موجود که از روش دو قسمتی به دست آمده است (وزن بدن = توده بدون چربی بدن + توده چربی بدن) نشان می دهد که فعالیت بدنی منظم با کاهش در چربی و افزایش در توده بدون چربی بدن همراه است.

در یک تحقیق طولی بر روی ۴۰ پسر ۱۱ تا ۱۸ ساله، سه گروه با سطح فعالیت بدنی متفاوت مورد مقایسه قرار گرفتند: الف) انجام تمرینات منظم و شدید (۶ ساعت در هفته)، ب) انجام تمرین نامنظم (حدود ۴ ساعت فعالیت در هفته، اما نه به طور سازماندهی شده) ج) بدون تمرین (صرفاً ۲/۵ ساعت فعالیت های تربیت بدنی در هفته)

در شروع مطالعه تفاوت بین گروه ها از نظر ترکیب بدن اندک بود. اما در طول و پایان مطالعه، پسران فعال تر نسبت به بقیه توده بدون چربی بیشتر و چربی کم تر داشتند. دو گروه ب و ج اندکی در توده بدون چربی متفاوت بودند، اما پسران بدون تمرین، توده چربی نسبی بیشتری داشتند. بنابراین، تفاوت کم میان توده بدون چربی دو گروه ب و ج نشانگر نیاز به محرک تمرینی شدیدتر برای ایجاد تغییر توده بدون چربی در طول نمو، است. هر چند نوع فعالیت های جسمانی از این نظر که فشار قلبی - عروقی یا فشار عضلانی را بیش تر مورد توجه قرار

دهد، در تغییرات ترکیب بدن مؤثر است، اما به نظر می رسد، هرگونه تحریک جسمانی به دلیل ترشح سایتوکاین های عضلانی (مایوکاین ها) در افزایش توده بدون چربی افراد جوان مؤثر است. برای مثال در یک برنامه تمرینی استقامتی پنج ماهه، ۹ پسر ۱۱ تا ۱۳ ساله به طور متوسط نیم کیلوگرم وزن و ۱۲ گرم پتاسیم به دست آوردند که برابر با ۳/۵ کیلوگرم افزایش حجم عضله بود. پس با احتساب نیم کیلوگرم وزن اضافه شده، چربی از دست رفته در طول برنامه حدود ۳ کیلوگرم بود. بر اثر این تمرین، به نسبت نمو قامت، افزایش در پتاسیم حدود ۶ درصد بیش تر از حد مورد انتظار و افزایش در وزن، حدود ۵ درصد کم تر از مقدار مورد انتظار (میزان طبیعی نمو) بود. این تغییرات احتمالاً ناشی از تمرین و نمو است. با این حال یافته های دیگر تأکید دارند که افزایش در پتاسیم، توده بدون چربی و قد به سن و بالندگی جنسی مرتبط تر است تا برنامه تمرینی. به هر حال به نظر می رسد افزایش توده بدون چربی بدن مشاهده شده در جوانانی که بیش از چند سال به طور منظم تمرین دارند، بیش تر از شرایط عادی نمو و بالندگی است. هر چند بعضی از اشکال تمرین منظم، منجر به حجیم شدن عضله اسکلتی و افزایش پروتئین های انقباضی و غلظت آنزیم ها می شود، اما در زمینه پاسخ بافت عضلانی در پاسخ به برنامه بدنی عادی، باید مفهوم ورزشی فعالیت بدنی را در نظر گرفت. هایپر تروفی عضلانی عموماً از طریق تمرینات با مقاومت بالا رخ می دهد و ممکن است از طریق تمرین استقامتی اتفاق نیفتد. به رغم گسترده نبودن اطلاعات در مورد اثر تمرین مقاومتی بر کودکان در حال رشد، به طور کلی می توان گفت نتایج عموماً شبیه بزرگسالان است. با این تفاوت که افزایش قدرت در آن ها بدون هایپر تروفی گروه عضلانی تمرین کرده است و هم چنین در مقایسه با بزرگسالان به بی تمرینی حساس تر است. بنابراین به نظر می رسد تا دوام در تمرین مقاومتی در برنامه تربیت بدنی مدارس برای افزایش و حفظ قدرت در کودکان، با شدت و حجم

تعدیل شده، لازم است.

هر چند تحقیق در زمینه مقایسه ترکیب بدن دختران فعال و غیرفعال ناچیز است، اما یافته‌های مشابهی را نشان می‌دهد. برای مثال: در یکی از پژوهش‌ها که به مقایسه ترکیب بدن دو گروه دختر ۹ و ۱۰ ساله پرداخته شده بود (یک گروه ۱۰ ماهه تمرین و گروه دیگر فعالیت طبیعی خود را اجرا کردند و دختران هر گروه در بالندگی جنسی، سن، قد، وزن، ترکیب بدن برابر بودند). نتایج نشان داد، دختران تمرین کرده افزایش بیش‌تری در توده بدن و افزایش کم‌تری در چربی داشتند. مقایسه‌های مقطعی کودکان فعال و کم‌تحرك نشان‌گر چین پوستی نازک‌تر در فعالان است، اما اطلاعات طولی برای پسران و دختران فعال و غیرفعال نشانگر تفاوت کم بین دو گروه است. اطلاعات مربوط به اثر احتمالی تمرین بر روی توزیع چربی زیرپوستی در طول نمو محدود است. اطلاعات مقطعی بر روی مردان، نشان‌دهنده ارتباط میان زمان پرداختن تمرین بدنی شدید و بافت چربی زیر پوستی نسبتاً کم‌تر در تنه است و در مردان بالغ جوان، تمرینات هوازی شدید ۱۵ و ۲۰ هفته‌ای همراه با کاهش بیش‌تر در چین پوستی تنه نسبت به اندام انتهایی است. در مقابل، تغییرات مرتبط در زنان بالغ جوان بین تنه و اندام انتهایی توزیع شده است. در کودکان ۷ تا ۱۱ ساله یک برنامه تمرینی چهار ماهه منجر به تغییر حداقل در بافت چربی احشایی شکمی شد اما کاهش در چربی زیر پوستی مشخص بود.

بنابراین در مجموع، یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد فعالیت‌های جسمانی که عضلات بزرگ بدن را فعال نماید، صرف‌نظر از این‌که استقامتی یا مقاومتی باشد، می‌تواند در بهبود ترکیب بدن مؤثر واقع شود. به هر حال این تغییرات به اندازه‌ای نیست که اثر قابل توجهی روی تیپ بدنی داشته باشد. حتی بعضی از انواع تمرینات مقاومتی شدید ممکن است منجر به حجیم‌شدن عضلات تمرین کرده افراد جوان شود، ولی بیش‌تر تغییرات موضعی است و برای تغییر تیپ بدنی کافی نیست.

## فعالیت بدنی و بافت استخوان

نیروهای کششی و تراکمی مرتبط با انقباض عضلانی و تحمل وزن، عموماً محرک اصلی برای شکل‌گیری نمو استخوان می‌شود، بنابراین فشارهای متناوب به صفحات نمو با تحمل وزن و فعالیت بدنی، و آثار موضعی انقباض عضلانی در محل اتصال

**اطلاعات طولی به دست آمده بر روی پسران فعال و غیرفعال از کودکان تا نوجوانی نشان می‌دهد که به صورت میانگین تفاوتی میان قد کودکان و نوجوانان فعال و غیرفعال وجود ندارد**

عضله به استخوان‌ها، ظاهراً برای نمو استخوان ضروری است. تمرین بدنی منظم در طول دوران کودکی و نوجوانی با افزایش در محتوای معدنی استخوان ارتباط دارد، اما تأثیر استئوژنیک فعالیت، عموماً مختص آن ناحیه استخوانی است که کشش مکانیکی رخ داده است. با توجه به تحقیقات همبستگی در این زمینه، کودکان و نوجوانان فعال دارای محتوای معدنی استخوان بیش‌تر نسبت به افراد کم‌تحرك هستند. با توجه به یک تحقیق ۶ ساله طولی، فعالیت بدنی عادت‌ی منظم بر روی محتوای معدنی استخوان در طول جهش رشد نوجوانی اثرگذار است. تفاوت رسوب مواد معدنی استخوان در فعالیت‌هایی که فشار مکانیکی روی استخوان بیش‌تر است، واضح‌تر از فعالیت‌های دیگر در هر دو جنس است. هر چند شواهد جسمانی ثابتی برای نشان‌دادن اثر تمرین منظم روی نمو طول استخوان وجود ندارد، اما تأثیر محافظتی فعالیت بدنی منظم روی عوامل التهابی که روند رشد را تخریب می‌کنند، مورد تأیید قرار گرفته است. بنابراین آثار فشار ناشی از تحمل وزن و فعالیت جسمانی برای نمو طول طبیعی استخوان لازم است. بر همین اساس فعالیت‌های ورزشی که با تحمل وزن بدن همراه باشد و حرکات متنوعی از پرش‌ها، فرودها و توقف‌ها (برای پایین‌تنه) و پرتاب‌ها و دریافت‌ها (برای بالا تنه) را شامل شود، ضروری است. در همین راستا بوسکرک و همکاران گزارش دادند طول استخوان ساعد هفت تنیس‌باز نخبه در مسابقه با ساعد دست غیربرتر، بلندتر است. به هر حال باید توجه داشت که فشار زیاد در دوران رشد نیز ممکن است نمو خطی استخوان را متوقف کند، که دلایل التهابی دارد.

## فعالیت بدنی، آمادگی و عملکرد مفهوم تمرین‌پذیری

مفهوم تمرین‌پذیری دلالت بر پاسخ‌دهی کودکان و نوجوانان در مراحل متفاوت نمو و بالندگی نسبت به محرک تمرین دارد. این مفهوم مرتبط با آمادگی و دوره‌های بحرانی است و اصولاً به آثار برنامه تمرین منظم بر روی رشد قدرت عضلانی و توان هوازی و بی‌هوازی نسبت داده می‌شود، اما در مورد آثار آموزش و تمرین بر رشد مهارت حرکتی نیز از این اصطلاح استفاده می‌شود.

عواملی همچون سن، جنس، تجارب قبلی (فرصت‌های اولیه برای تمرین مهارت‌های حرکتی، یا سطح فعالیت جسمانی همیشگی) سطح مهارت قبل از آموزش یا تمرین، قدرت و توان هوازی و بی‌هوازی، ریخت بدنی فعلی و احتمالاً تغییرات ژنتیکی خاص (ریخت ژنی) ممکن است تمرین‌پذیری را تحت تأثیر قرار دهند. در زمینه تمرین‌پذیری، تنها مطالعات مداخله‌ای و طولی مورد توجه قرار گرفته‌اند.

از مطالعات مقطعی اغلب برای استنباط در مورد تمرین‌پذیری کودکان و نوجوانان استفاده می‌شود. چنین مطالعاتی گروه‌های کاملاً متفاوت ورزشکار و غیرورزشکار را مقایسه می‌کند. این روش دارای سوگیری انتخاب است که علاوه بر داشتن پیش‌زمینه ژنتیکی افراد فعال، بعضی از تغییرات در متغیرهای زیست‌شناختی، ممکن است توسط عوامل محیطی و تعامل محیط - ژنتیک رخ دهد. در ادامه تمرین‌پذیری در قابلیت‌های اصلی زیست حرکتی و فیزیولوژیکی مرور خواهد شد.

## توان هوازی

نتایج به دست آمده از مقایسه افراد فعال و غیرفعال نوجوان ۱۲ تا ۱۴ ساله نشان می‌دهد، کسانی که در بالاترین چارک تخمین انرژی مصرفی روزانه قرار داشتند (فعال) در دوی یک مایل بهتر از افراد چارک پایین (غیرفعال) بودند. این مطالعات مقطعی به‌طور منطقی موافق چندین مطالعه متعدد طولی روی نوجوانان فعال و غیرفعال بود.

در یک مطالعه طولی دیگر از مؤسسه مطالعات رشدی ساسکاجوان؛ پسران غیرفعال  $VO_{2max}$  مطلق و نسبی کم‌تری نسبت به پسران فعال داشتند. پسران غیرفعال در مرحله جهش رشد نوجوانی  $VO_{2max}$  کم‌تری را نسبت به پسران فعال تجربه کردند. هرچند که پسران فعال از  $VO_{2max}$  مطلق بیش‌تر نسبت به پسران با سطح فعالیت متوسط قبل از جهش نمو نوجوانی برخوردار بودند، اما این تفاوت در طی جهش مشاهده نشد. اما قبل، حین و بعد از جهش نمو نوجوانی، پسران فعال از  $VO_{2max}$  نسبی بیش‌تر از دیگر پسران برخوردار بودند. بنابراین بچه‌های فعال‌تر در تکالیف استقامتی قلبی - عروقی زمانی که براساس شاخص  $VO_{2max}$  ارزیابی می‌شوند، آماده‌ترند.

در مجموع داده‌های موجود، قابلیت تمرین‌پذیری حداکثر توان هوازی کودکان کم‌تر از ۱۰ سال را نسبتاً اندک نشان می‌دهد. در تأیید این موضوع، بسیاری از تحقیقات، تغییر در حداکثر توان هوازی برحسب کیلوگرم وزن بدن را در کودکان کم‌تر از ۱۰ سال، کم‌تر از ۵ درصد گزارش می‌کند.

این نتایج باعث شد تا کچ به ارائه فرضیه «راه‌اندازی» بپردازد، به این معنی که تا زمانی که اثر هورمون‌های راه‌انداز بلوغ مشخص نشده باشد، اثر تمرین هوازی بر اکسیژن مصرفی حداقل است.

معلوم نیست که تغییرات منفی گزارش شده در چند تحقیق، به دلیل قابلیت تمرین‌پذیری پایین (تطابق ذاتی پایین در تمرین هوازی) و یا بر اثر ناکافی و نارسا بودن برنامه‌های تمرین بوده است. به عنوان مثال: اگر در نظر گرفته شود کودکان از نظر عادت، در فعالیتهای جسمانی نسبت

به نوجوانان و بزرگسالان فعال‌ترند، برای تغییر عمده در حداکثر توان هوازی، برنامه‌های تمرین هوازی شدیدتر ضروری خواهد بود. به علاوه تغییرات پیش‌بینی شده، باید کم‌تر از افراد بی‌تحرك باشد. چون کودکان از نظر تمرین بیشینه در شروع، محدودیت بیش‌تری دارند و بیش‌تر فعالیت کودکان در مقادیری از کار زیر بیشینه انجام می‌شود. بنابراین توان هوازی بیشینه ممکن است معیار مناسبی برای ارزیابی نباشد و شاید ملاک ارزیابی تغییرات ایجاد شده در پاسخ به تمرین، فعالیت‌های زیربیشینه مناسب‌تر باشد.

تأثیر آموزش و تمرین بر روی رشد تبحر در دویدن، به میزان محدودی مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان مثال اقتصاد دوی زیر بیشینه بعد از ۱۱ هفته برنامه تمرین دویدن در بچه‌های ۱۰ ساله افزایش پیدا نکرده است. به هر حال نتایج به‌دست آمده از اثر تمرینات هوازی ممکن است به‌خاطر عدم کنترل تغییرات توده بدن در طول تحقیق گیج‌کننده باشد.

نتایج نشانگر رشد کم‌تر از ۵ درصدی یا  $2\text{ml/kg/min}$  بر اثر تمرین در کودکان و نوجوانان کم‌تر از ۱۳ سال بوده که تفاوت ناشی از جنس و نوع آزمون (تردمیل - دوچرخه) یا کیفیت برنامه تمرینی (شدت - مدت - تکرار) در اندازه اثر، نقش نداشته است. به هر حال در بین کودکان بزرگ‌تر و نوجوانان، پاسخ توان هوازی به تمرین گسترش می‌یابد، اما نتایج

در بین تحقیقات متنوع است و این ناهماهنگی

در نتایج به دلیل برنامه‌های تمرینی متفاوت، فعالیت‌های اضافی غیرقابل کنترل و در نظر نگرفتن تغییر در اندازه و ترکیب بدن است.

هم‌چنین تغییرپذیری ممکن است تا حدودی به تفاوت‌های فردی در زمان‌بندی و شدت جهش نمو نوجوانی و بالتنگی جنسی مرتبط باشد، زیرا توان هوازی بیشینه (لیتر در دقیقه) در زمانی نزدیک به جهش قد، جهش واضحی نشان می‌دهد. در یک تلاش برای تبیین اثرات غیروابسته تمرینات هوازی بر بچه‌های قبل از بلوغ، عادات فعالیت بدنی و درصد چربی آزمودنی‌ها قبل

**یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد  
فعالیت‌های جسمانی که عضلات  
بزرگ بدن را فعال نماید، صرف‌نظر  
از این‌که استقامتی یا مقاومتی باشد،  
می‌تواند در بهبود ترکیب بدن مؤثر  
واقع شود**



به هر حال بعضی اطلاعات برگشت به سطح اولیه آمادگی بعد از دوره بی‌تمرینی را نشان می‌دهد. مدارک جدید تأکید بر تمرین‌پذیری توان هوازی بیشینه در نوجوانان و کودکان بزرگ‌تر نسبت به کوچک‌تر دارد. هم‌چنین، مدارک موجود نشان‌دهنده تمرین‌پذیری کم‌تر توان هوازی بیشینه در بچه‌های کوچک‌تر از ۱۰ سال است.

نقش تفاوت‌های فردی در پاسخ به این تمرینات نیز بارز اعلام شده است. در بین نوجوانان بزرگ‌تر، بعضی‌ها الگوی وسیعی از پاسخ به این تمرینات را نشان می‌دهند، در حالی که بعضی دیگر کم‌ترین واکنش را نشان می‌دهند (نقش ژنوتیپ). بنابراین در اجرای فعالیت بدنی در زنگ ورزش، تأکید بر پیشرفت توان هوازی با تکیه بر تمرینات طولانی مدت زیاد نتیجه‌بخش نخواهد بود. از طرف دیگر اجرای تمرینات استقامتی طولانی مدت، احتمال افزایش سایتوکاین‌های التهابی را نیز به دنبال خواهد داشت که اثرات نامطلوبی بر سیستم ایمنی و نمو کودکان دارد. با این حال اجرای تمرینات استقامتی در قالب بازی که سیستم عصبی را بیش‌تر درگیر می‌کند، برای نمو سیستم عصبی و افزایش هماهنگی عصبی - عضلانی بسیار مؤثر خواهد بود.

### توان بی‌هوازی

توان و ظرفیت بی‌هوازی، عموماً از طریق استفاده از تکالیف کل بدن در دوره کوتاه مدت و شدید ارزیابی می‌شود. بدین منظور از سطح لاکتات بیشینه خون بعد از فعالیت‌های بیشینه و شدید برای ارزیابی ظرفیت بی‌هوازی استفاده می‌شود. ملاحظات روش‌شناسی نظیر تفاوت در تکرار، مدت، شدت و روش تمرین، مقایسه میان مطالعات را مشکل کرده است و اطلاع در زمینه تمرین‌پذیری ظرفیت بی‌هوازی کودکان و نوجوانان محدود است.

توان اوج و میانگین که توسط تست وینگیت ارزیابی می‌شود، در پسران ۱۰ ساله

از دستکاری و بعد از دستکاری کنترل شد. در این روش از کودکان همسن با بالندگی یکسان استفاده شد. همه آزمودنی‌ها در مرحله ۱ و ۲ رشد سینه و موهای زهار (دختران) و اندام تناسلی و موهای زهار (پسران) بودند. نتایج نشان‌گر این بود که ۱۲ هفته تمرین دوچرخه‌ایستگاهی در ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه برای ۳۰ دقیقه و سه بار در هفته تأثیر معنی‌داری بر  $VO_{2max}$  ندارد. هر چند که وضعیت بالندگی آزمودنی‌ها در طول تحقیق تغییر نکرد، اما ترکیبی از آزمودنی‌های مرحله ۱ و ۲ قبل از بلوغ ممکن است بر نتایج اثر گذاشته باشد.

طبق اصول فیزیولوژیکی پیشرفت در  $VO_{2max}$  از طریق تمرینات هوازی، مشتمل بر سازگاری‌های سیستم انتقال اکسیژن، ریه‌ها، قلب، خون، سیستم تنفسی و ظرفیت اکسایش عضلات است. به عبارت دیگر براساس معادله فیک، پیشرفت منعکس‌کننده افزایش در ضربان قلب، حجم ضربه‌ای، یا تفاوت سرخرگی - سیاهرگی است.

بسیاری از مطالعات اخیر نشان داده است که حجم ضربه‌ای، حجم خون و آنزیم‌های اکسیداتیو بعد از تمرین در جوانان افزایش می‌یابد و ضربان قلب بیشینه بعد از تمرینات ورزشی تغییر نمی‌کند. چگالی مویرگی در جوانان پس از تمرین بدون تغییر باقی می‌ماند و تمرین منجر به تغییر در بسیاری از اجزای سیستم انتقال اکسیژن می‌شود (ظرفیت تهویه ریوی، قابلیت انقباضی قلب، محتوای هموگلوبینی و میوگلوبینی و چگالی میتوکندری).

اما هنوز باید به این سؤال پاسخ داد که:

آیا همه بچه‌ها به یک روش به تمرین پاسخ می‌دهند؟

تغییرات مرتبط با سن در  $VO_{2max}$  و اقتصاد حرکت پیشنهاد می‌کند که پیشرفت در اقتصاد دویدن، منجر به پیشرفت و اجرای استقامتی می‌شود. در یک مطالعه طولی هفت ساله پسران ۱۰ ساله  $VO_{2max}$  در هر واحد وزن بدن را بدون تغییر و در هزینه مصرف اکسیژن زیر بیشینه کاهش نشان دادند. هم‌چنین افزایش در مسافت دوی ۹ دقیقه نیز از نتایج تحقیق بود.

مطالعات تجربی در مورد تأثیر تمرینات منظم بر روی توان هوازی، کوتاه مدت و عموماً عاری از تحقیقات پی‌گیری است. بنابراین همانند تمرینات قدرتی اطلاعات در مورد میزان پایداری پیشرفت در توان هوازی بعد از فصل تمرین و یا تمرین مورد نیاز برای حفظ این پیشرفت کم بود اما

**مفهوم تمرین‌پذیری دلالت بر پاسخ‌دهی کودکان و نوجوانان در مراحل متفاوت نمو و بالندگی نسبت به محرک تمرین دارد**

۱۴ درصد و در ۱۱ ساله ۱۰ درصد افزایش پس از ۹ هفته تمرین اینترول را نشان می‌دهد. در پسران ۱۱ تا ۱۳ ساله نیز یک افزایش ۳ تا ۴ درصدی پس از شش هفته تمرین دوچرخه شدید گزارش شده است. هم‌چنین یک ارتباط نسبتاً قوی بین ارزیابی‌های آزمایشگاهی و توان بی‌هوازی در عملکردهای میدانی کودکان و نوجوانان وجود دارد که نشانگر پیشرفت مرتبط با تمرین در توان بی‌هوازی است. البته این همبستگی دلیل بر ارتباط علی معلولی نیست. مثلاً افزایش ۲۰ درصدی در زمان رسیدن به واماندگی پس از ۱۲ هفته تمرین شدید در پسران فوتبالیست ۱۰ تا ۱۱ ساله منجر به تغییر معنی‌دار در زمان دوی ۴۰ یارد نشد. تا به حال یک مکانیزم قطعی برای تبیین تغییرات مرتبط با نمو در سازگاری نسبت به تمرینات کوتاه و شدید ارائه نشده است. به نظر می‌رسد پیشرفت در توان بی‌هوازی از طریق تمرین، ممکن است به دلیل افزایش در غلظت فسفات و گلیکوژن و افزایش شدت مصرف گلیکوژن باشد. به هر حال، بلوغ یک دوره مهم در رشد توان بی‌هوازی است، زیرا احتمالاً منعکس‌کننده تغییرات در اندازه بدن، توده عضلانی و ظرفیت گلیکولیتیک می‌باشد که البته عوامل عصبی نیز در تغییرات مرتبط با تمرین اثرگذار است.

در بین ورزشکاران بزرگسال، ژنوتیپ در پاسخ به تمرینات بی‌هوازی کوتاه‌مدت کاربرد داشته، اما این اثر در کودکان معلوم نیست. آستانه بی‌هوازی (AT) مربوط به ظرفیت تمرینی است که اسید لاکتیک شروع به تجمع می‌کند و ارتباط مستقیمی با عملکرد بی‌هوازی دارد. AT از

طریق  $VO_2$  در AT یا به صورت درصدی از  $VO_2$  بیان می‌شود. آستانه بی‌هوازی به عنوان شاخصی از آمادگی هوازی یا بی‌هوازی نیز معرفی می‌شود. اطلاعات موجود نشان می‌دهد که پسران ۸ تا ۱۴ ساله در این فاکتور تمرین‌پذیر بودند که افزایش حاصل شده بر اثر این تمرینات از طریق افزایش در حجم اکسیژن مصرفی در یک درصدی از  $VO_{2max}$  نشان داده شده است.

بنابراین به نظر می‌رسد انجام تمرینات بی‌هوازی در کلاس درس تربیت‌بدنی علاوه بر این که از نظر فیزیولوژیک تأثیرات مثبتی بر کودکان دارد، می‌تواند به منظور پیشرفت فاکتورهای عملکردی دیگری هم‌چون سرعت، چابکی و زمان عکس‌العمل به کار رود. البته توجه به نکات ایمنی و حذف عوامل خطرزا در حین اجرای فعالیت با سرعت بالا، از نکات ضروری است که باید مورد توجه قرار گیرد. هم‌چنین تشخیص و درک فشار تمرین از طریق کودکان در سطح پایینی است. به همین منظور مربیان بهتر است در فواصل تمرین از دانش‌آموزان خود بازخورد کلامی بگیرند و یا این که با کنترل ضربان قلب آن‌ها به فشار تمرین پی ببرند.

### ◀ قدرت عضلانی

برنامه‌های قدرتی، شامل استفاده از وزنه یا دستگاه‌های طراحی شده ویژه برای ایجاد مقاومت در برابر یک گروه عضلانی خاص است. عموماً عقیده بر این بوده که پیشرفت قدرت به دلیل کمبود هورمون‌های آندروژنیک در گردش خون پسران نابالغ، محدود است و خطر آسیب‌دیدگی و ضربه به اپی‌فیز در تمرینات قدرتی بدون نظارت، وجود دارد. این دیدگاه اخیراً تغییر کرده، زیرا امروزه تمرینات مقاومتی به عنوان یک وسیله بی‌خطر و مؤثر بر رشد قدرت در کودکان مطرح است، به شرطی که این فعالیت با تکنیک صحیح، تحت نظارت و رعایت نکات ایمنی اجرا شود.

در دو تحقیق اخیر در مورد اثر تمرین قدرتی قبل از بلوغ در پسران، آزمودنی‌های گروه تجربی قدرت بیشتری نسبت به گروه کنترل کسب کردند. با وجود این آزمودنی‌های گروه کنترل نیز تا حدودی در بیش‌تر ارزیابی‌ها پیشرفت داشتند که این یافته‌ها تا حدودی نشانگر اثر آموزش، اثر فعالیت‌های عمومی و احتمالاً تغییرات مرتبط با رشد است. پاسخ کودکان قبل از بلوغ به تمرین مقاومتی بیش‌تر کسب قدرت است و

**بسیاری از مطالعات اخیر نشان داده است که حجم ضربه‌ای، حجم خون و آنزیم‌های اکسیداتیو بعد از تمرین در جوانان افزایش می‌یابد و ضربان قلب بیشینه بعد از تمرینات ورزشی تغییر نمی‌کند**



حجیم شدن حداقل است.

اطلاعات به دست آمده از تحقیقات گوناگون به دلایل متعدد متفاوت است:

۱. برنامه‌های تمرینی ممکن است به اندازه کافی شدید یا طولانی نباشند.

۲. تخمین اندازه عضله، اغلب محدود به محیط اندام یا اصلاح شده توسط لایه چربی است که هر دو تخمین فقط شاخص‌های غیرمستقیم اندازه عضله هستند.

۳. سن آزمودنی‌ها در مطالعات تجربی در محدوده گسترده‌ای است مثل ۶ تا ۱۱ ساله و نیز مطالعاتی که گستره زمانی کوتاه‌تری را در نظر گرفته‌اند، مثل کودکان ۹ تا ۱۱ سال که رشد کم اما معنی‌داری را در محیط عضله نشان داده‌اند.

عامل مخل احتمالی دیگر تفاوت در بالندگی زیست‌شناختی است. در تحقیق انجام شده توسط فوکوناکا، سن اسکلتی به‌طور معنی‌داری مرتبط با افزایش محیط عضله در پاسخ به تمرینات مقاومتی بود. بنابراین تفاوت در وضعیت بالندگی ممکن است نقش مهمی در تعدیل پاسخ به تمرین باشد.

تحقیقات انجام شده در این زمینه کودکان را به سادگی در گروه قبل از بالندگی قرار داده‌اند که از حساسیت کافی برای تفاوت‌های فردی در بالندگی اسکلتی برخوردار نیستند. ولی به‌طور کلی کودکان قبل از بلوغ به برنامه‌های تمرین مقاومتی منظم واکنش مثبت نشان می‌دهند.

هر چند که مطالعه در زمینه دختران قبل از بلوغ

محدود است، اما به نظر می‌رسد بین دو جنس تفاوتی در پاسخ به تمرینات مقاومتی وجود ندارد.

افزایش نسبتاً کم در اندازه عضله، در مقایسه با افزایش در قدرت، تأکید بر پاسخ به محرک تمرین مقاومتی در کودکان قبل از بلوغ دارد که عمدتاً عصبی است. طبیعت چنین پاسخی احتمالاً به‌خاطر افزایش در به‌کارگیری واحدهای حرکتی و تواتر راه‌اندازی هر واحد حرکتی است. قدرت عضلانی اکتسابی بر اثر تمرین مقاومتی آزمودنی‌های حین بلوغ، احتمالاً مرتبط با تغییر در نرون‌های حرکتی است؛ اما در پسران زود رس افزایش در چرخه هورمون جنسی، یک عامل اضافی است که در حجیم شدن عضلانی و افزایش قدرت در دوران بلوغ مؤثر است. بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از تمریناتی که فشار عضلانی را افزایش دهد، به‌ویژه با استفاده از وزن بدن و وسایل مقاومتی ایمن مانند توپ طبی و کش‌های تمرینی که می‌تواند در حرکات متنوعی به‌کار رود، می‌تواند در تقویت قدرت عضلانی افراد جوان مؤثر باشد.

## استقامت و توان عضلانی

تغییرات نسبی در قدرت و استقامت عضلانی بعد از یک برنامه تمرین استقامتی پنج هفته‌ای در نمونه‌های کوچک پسر ۸ تا ۱۴ ساله رخ می‌دهد. در یک مطالعه، پسران بر روی دوچرخه کارسنج تا حد و اماندگی یک سوم قدرت بیشینه خود، هفته‌ای شش روز تمرین کردند. مطابق انتظار پسران تمرین کرده در مقایسه با گروه کنترل (نتایج متغیر بود) رشد معنی‌داری داشتند. در بین نمونه‌های تمرین کرده، پسران جوان‌تر بهره‌نسبی بیشتری در حداکثر قدرت بازو و پسران مسن‌تر بهره‌نسبی بیشتری در استقامت عضلانی کسب کرده‌اند. نتایج این تحقیق در خصوص نوع محرک تمرینی وابسته به سن، پاسخ‌های متضادی را بیان می‌کند.

تفاوت در پاسخ به تمرین، با توجه به وضعیت بلوغ نیاز به ملاحظات بیشتری دارد. اطلاعات مرتبط با انتقال تمرینات قدرتی به سایر جنبه‌های عملکردی محدود است. در یک تحقیق بر روی

پسران ۶ تا ۱۱ ساله که به مدت چهار هفته تمرین مقاومتی بود، همراه با افزایش در پرش عمودی و درازونشست گزارش شد. در بین پسران و دختران ۷ تا ۱۲ ساله هشت هفته تمرین مقاومتی همراه با تغییرات جزئی در پرش عمودی و درازونشست گزارش شد. نتایج متغیر نشانگر مشکل در مجزاکردن اثر تمرین از تغییرات طبیعی مرتبط با نمو است. البته در نظر گرفتن اندازه بدن نیز در تجزیه و تحلیل مهم است. انتقال قدرت حاصل شده از انجام تمرینات مقاومتی به



عملکردهای استقامتی در بچه‌ها و نوجوانان تا به حال مورد توجه قرار نگرفته است.

## مهارت‌های حرکتی

در ۶ تا ۸ سالگی، اغلب ساختارهای عصبی تقریباً شکل بزرگسالی را کسب کرده و اغلب الگوهای حرکتی بنیادی تقریباً تثبیت شده است، به طوری که انتظار می‌رود این سنین برای آموزش و تمرین مهارت‌های حرکتی پایه ایده‌آل باشد. کودکان در طی نمو و بالندگی، همراه با آموزش و تمرین روزانه، الگوهای حرکتی خود را پالایش داده و مهارت یا زنجیره‌ای از مهارت‌های جدید را یاد می‌گیرند. چون استفاده از مهارت‌ها در اغلب ورزش‌ها، ترکیب یا تعدیل الگوهای حرکتی پایه است، بنابراین آموزش یا تمرین مهارت‌های پایه با هدف انتقال به ورزش‌های سازماندهی شده در اواسط کودکی نقش مفیدی دارد.

آموزش و تمرین مهارت‌های بنیادی، به تنهایی یا به صورت ترکیبی از این مهارت‌ها در اواسط کودکی و نوجوانی مفید است و می‌تواند منجر به توسعه همه‌جانبه در سیستم عضلانی و عصبی شود.

## تمرین ترکیبی و قابلیت‌های جسمانی کودکان

تا به حال تمام اطلاعات ارائه شده در مورد اثر چندین روش تمرین متفاوت به تنهایی بود (تمرینات هوازی؛ قدرتی و...). اما مطالعاتی این چنین بر روی کودکان و نوجوانان کم است. یکی از مطالعات تجربی، دو پروتکل تمرینی را بر روی پسران ۱۲ ساله (در ابتدای تحقیق) به شرح زیر مقایسه کرده است:

گروه A: ابتدا تأکید بر استقامت، به دنبال آن تأکید بر سرعت و سپس بر قدرت داشت.

گروه B: ابتدا تأکید بر سرعت، به دنبال آن تأکید بر قدرت و سپس استقامت داشت.

گروه C: دو ساعت در هفته تربیت‌بدنی را می‌گذراندند. در طول جلسه تمرین استقامتی ضربان کنترل شد و ارتباط بین تلاش واقعی و تلاش بیشینه در جلسات قدرتی و سرعتی برای تخمین شدت تمرین مشخص شد. بار تخمینی برابر با نصف شدت تمرین ورزشکاران رقابتی جوان در یک برنامه تمرین اختصاصی بود. پسران تمرین کرده با توجه به پروتکل خود، سه جلسه در هفته در سال اول تمرین داشتند، در سال دوم تمرینی نداشتند و در سال سوم با توجه به پروتکل خود، سه جلسه در هفته تمرین می‌کردند. دو گروه تجربی و کنترل برای چندین بار در سال با استفاده از آزمون‌های قدرت،

سرعت، توان و استقامت ارزیابی شدند و نتایج زیر به دست آمد: ۱. دو گروه تجربی، پیشرفت بیش‌تری نسبت به گروه کنترل در تمام تکالیف در طول سال اول داشتند. آزمودنی‌های کنترل تقریباً در سال اول پیشرفت را در تمام آزمون‌ها اما در سطحی پایین‌تر تجربه کرده بود.

۲. در طول سال بی‌تمرینی، عملکرد دو گروه تجربی به سطح گروه کنترل در سرعت و استقامت رسید. در حالی که عملکرد در قدرت و توان ثابت ماند و بالاتر از گروه کنترل بود.

۳. با از سرگیری تمرین در سال سوم، عملکرد پسران در گروه تجربی مجدداً پیشرفت کرد. به طوری که نتیجه حاصل شده فراتر از سال اول بود. بدین صورت که گروه تمرینی A عملکرد بهتری در آزمون کوپر نشان داد و گروه B عملکرد بهتری در دوی ۶۰ متر، پرش طول، پرتاب توپ طبی، بارفیکس و قدرت ایستا داشت. اما دو گروه تمرینی در دوی ۳۰۰ و ۱۰۰۰ متر تفاوتی نداشتند.

هر چند خصیصه‌های نمو و بالندگی پسران در این تحلیل وارد نشده است، اما منحنی اجرای گروه کنترل با افزایش سن تمایل به پیشرفت داشت. به هر حال جداسازی تغییرات ناشی از تمرین از تغییرات نمو و بالندگی مشکل است. این مطالعه از ۱۲ تا ۱۵ سالگی طول می‌کشد و در آن پسران جهش نمو خود را تجربه کرده، به بلوغ می‌رسند.

تفاوت‌های فردی در زمان‌بندی و شدت جهش ممکن است بر روند نمو و بالندگی اثر گذار باشد. به طور کلی نتایج این تحقیق اهمیت ویژگی تمرین و انتقال آن به تکلیف را روشن می‌کند. از طرف دیگر نیز اثر ترک محرک تمرین یا بی‌تمرینی را نشان می‌دهند.

## نتیجه‌گیری

در مجموع، در روند اجرای فعالیت بدنی در قالب درس تربیت‌بدنی در مدارس، توجه به نکاتی هم‌چون استفاده بیش‌تر از عضلات بزرگ و در زوایای حرکتی گوناگون و در اشکال متنوع تمرین به منظور توسعه همه‌جانبه سیستم بدن ضروری به نظر می‌رسد. هم‌چنین، بهتر است از تمرینات تعدیل شده برای جلوگیری از دلزدگی و واماندگی از تمرین و کاهش اثرات نامطلوب التهاب ناشی از سایتوکاین‌ها، استفاده شود. بهتر است برای پیشرفت و توسعه سیستم عصبی و هم‌چنین جلوگیری از خستگی روحی این تمرینات در قالب بازی باشد.

کودکان در طی نمو و بالندگی، همراه با آموزش و تمرین روزانه، الگوهای حرکتی خود را پالایش داده و مهارت یا زنجیره‌ای از مهارت‌های جدید را یاد می‌گیرند

- منابع
1. Burrows. M (2007). Exercise and bone mineral accrual in children and adolesencts. Jour of sports sci and med. 6: 305-12.
  2. Gallahue, DL., Ozmun. JC (2005). Understanding motor development. Sixth edition. Mac graw hill pub.
  3. Hogestrom. M (2007). Vitamins, fatty acids, physical activity and peak bone mass. Jour of sport med. 5:114-28.
  4. Malina. R. M., Bochar. C., Baror. O (2004). Growth, maturation, physical activity. Human kinetics.
  5. Mullen. MC., Shield. J (2004). Childhood and Adolescents Overweight: The Health Professional's Guide to Identification, Treatment, and Prevention. American Diabetic Association.
  6. Rowland. TW (2005). Childrens exercise physiology. Second edation. Human kinetics.