المپیک
فصلنامه
سال پانزدهم – شماره ۴ (پیاپی ۴۰) زمستان ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۲/۸
تاریخ تصویب: ۸۶/٤/۱۷

ارزیابی روند تغییرات ترکیب بدنی و VO_2max و همبستگی بین آنها در پسران ۱۱–۱۸سال

❖ **دکتر رضا قراخانلو؛** استادیار دانشگاه تربیت مدرس*
❖❖ **رضا محمودآبادی؛** کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه تربیت مدرس
❖❖❖ **دکتر حمید آقا علی نژاد؛** استادیار دانشگاه تربیت مدرس
❖❖❖❖ **مهدی محمودآبادی؛** کارشناس تربیت بدنی

چکیده: **این پژوهش با هدف ارزیابی روند تغییرات ترکیب بدنی و VO_2max در پسران ۱۱–۱۸ ساله انجام گرفت. آزمودنیهای این پژوهش شامل ۴۰۰ پسر ۱۱–۱۸ سال است که به صورت تصادفی انتخاب شدند. ویژگیهایی شامل قد، وزن، دور کمر، دور باسن، ضخامت چربی زیرپوستی سه‌سر بازو و ساق پا اندازه‌گیری و درصد چربی، BMI، WHR و VO_2max آزمودنیها محاسبه شد. تحلیل واریانس و ضریب همبستگی پیرسون روشهای آماری پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهند. نتایج نشان داد درصد چربی بدن در گروههای سنی مختلف تفاوت معناداری ندارد ($p> ۰/۰۵$). اما اختلاف بین میانگین BMI، WHR و VO_2max در گروههای سنی مختلف معنادار بود ($p<۰/۰۱$). نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین تغییرات درصد چربی و تغییرات VO_2max در پسران ۱۱–۱۸ ساله ارتباط معناداری وجود ندارد ($p>۰/۰۵$). ولی بین تغییرات BMI و تغییرات VO_2max ارتباط منفی و معناداری وجود داشت ($r = -۰/۹۳$ و $p<۰/۰۱$). همچنین بین تغییرات WHR و تغییرات VO_2max در پسران ۱۱–۱۸ ساله ارتباط مثبت و معناداری به‌دست آمد ($r= ۰/۷۱$ و $p<۰/۰۵$). مقایسهٔ نتایج این مطالعه با مطالعات انجام‌شده روی کودکان کشورهای دیگر، وجود تفاوتهای بارز از نظر شاخصهای ترکیب بدن و VO_2max در کودکان در حال رشد را خاطر نشان می‌کند و نشان می‌دهد در روشهای ارزیابی ترکیب بدنی در طول این دوران باید به ملاحظات مختلفی توجه کرد که به‌کارگیری آنها بر دقت و اعتبار روشها تأثیر می‌گذارد. چند نمونه از این موارد بحث شده است.**

واژگان کلیدی: BMI، VO_2max، ترکیب بدنی، درصد چربی بدن پسران

* **E.mail: nociri@neda.net**

مقدمه

براساس تعریف، بلوغ بیولوژیکی تمام کودکان از الگوی رشد مشابهی پیروی می‌کند، اما هم‌زمانی این الگو با سن تقویمی در کودکان متفاوت است، چنانچه در هر سن معین تفاوتهای آشکاری در میزان بلوغ بیولوژیکی نمود می‌یابد. این تفاوتها بر پاسخهای فیزیولوژیکی به ورزش اثر معناداری دارند (۲). قد، وزن، ترکیب بدنی و عوامل آمادگی جسمانی از جمله ویژگیهایی‌اند که همزمان با رشد تغییر می‌کنند. سرعت این تغییرات ممکن است در

افراد متفاوت باشد. بنابراین سن تقویمی شاخص مناسبی در تشخیص ویژگیهای افراد، بویژه در دوران رشد نیست (۱). ترکیب بدنی یکی از عوامل مؤثر بر آمادگی جسمانی است که تأثیر معناداری بر پاسخهای فیزیولوژیک به ورزش دارد (۲). در آزمودنیهای در حال رشد این موضوع به دلیل آنکه رابطهٔ بین ترکیب بدنی، و سن و جنس هر دو تغییر می‌کند اهمیت ویژه‌ای دارد. بنابراین اطلاع از روند تغییرات ترکیب بدن در دوران رشد اهمیت بسیار دارد. تفاوتهای نژادی، فرهنگی، و موقعیت جغرافیایی بر تغییرات ترکیب بدن تأثیر دارند (۹). نمودارهای مربوط به روند تغییرات بدنی و فیزیولوژیکی دوران رشدی که تاکنون مطرح شده بیشتر مربوط به ویژگیهای کودکان غیرایرانی است و با توجه به اثر عوامل ژنتیکی و محیطی، در تعمیم آنها به کودکان ایرانی باید احتیاط کرد.

بار-أر (۱۹۸۳) در مورد کودکان نشان می‌دهد با افزایش سن میانگین VO_2max مطلق نیز به صورت خطی افزایش می‌یابد (۲). نمودارهای **کراهن‌بول** و همکاران (۱۹۸۵) مربوط به تغییرات VO_2max در کودکان تمرین نکرده و سالم ۶ تا ۱۷ ساله، افزایش پیشرونده در مقدار مطلق VO_2max همراه با افزایش سن را نشان می‌دهد (۲). **کومانیکو و استدلر** (۲۰۰۱) تأثیرات محیطی و اجتماعی و تفاوتهای نژادی را عوامل تعیین‌کنندهٔ BMI در گروههای نژادی مختلف بیان کردند (۹).

یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد متغیرهای مختلف ممکن است روندهای متفاوتی را در دوران رشد طی کنند و بسیاری از این متغیرها نیز مرتبط با یکدیگرند (۲، ۵، ۱۳). **مالینا و بوچارد** (۱۹۹۱) منحنیهای تکاملی درصد چربی بدن در دوران کودکی و نوجوانی را ارائه کردند. این منحنیها نشان می‌دهد درصد چربی بدن در پسران و دختران همراه با افزایش سن افزایش می‌یابد و در پسران در سالهای آخر پیش از بلوغ افزایش ملایم و نسبی دارد (۲). **پاتوین و همکاران** (۱۹۹۹) در بررسی گروهی از کودکان آمریکایی به این نتیجه رسیدند که وزن، قد، BMI، ضخامت چربی زیرپوستی سه‌سر بازو و تحت کتفی با افزایش سن افزایش می‌یابد، اما WHR در دختران کاهش می‌یابد و در پسران ثابت می‌ماند (۱۶). **ساوا** و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی ۲۴۷۲ دانش‌آموز قبرسی افزایش تدریجی در وزن و قد را مشاهده کردند که به طور قابل‌ملاحظه‌ای بعد از ۱۵ سالگی در پسران و ۱۳ سالگی در دختران کند می‌شود.

BMI تا سن ۱۶ سالگی در پسران و ۱۵ سالگی در دختران افزایش می‌یابد (۲۰). **راش** و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی روی ۸۰ کودک ۵ تا ۱۴ سال نیوزیلندی دریافتند همراه با افزایش سن، درصد چربی بدن در دختران اما نه در پسران افزایش می‌یابد (۱۹). **راج** و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعهٔ پسران و دختران کانادایی سن اوج سرعت افزایش قد را در پسران ۱۳/۴۵ و در دختران ۱۱/۸۰ بیان کردند (۱۷).

با توجه به تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی در بلوغ بیولوژیکی کودکان و تأثیر بلوغ بیولوژیکی بر ترکیب بدنی و آمادگی قلبی- تنفسی و با توجه به اینکه منحنیهای تکاملی نتیجهٔ تحقیقات خارجی است و در کودکانی با نژادهای متفاوت از نژاد ایرانی انجام گرفته، احتمالاً ملاک مناسبی برای شناخت ویژگیهای مذکور در کودکان ایرانی نیست. پژوهش حاضر با بررسی بعضی از این تغییرات در گروهی از کودکان ایرانی و مقایسه با منابع خارجی کوشیده است به شناسایی روند این تغییرات در آنها کمک کند. بدیهی است با شناخت ویژگیهای بدنی

کودکان و نوجوانان در سنین مختلف می‌توان در تدوین برنامه‌های تمرینی و ارزشیابی نتایج این برنامه‌ها به گونه‌ای مناسب و علمی عمل کرد که این بویژه برای معلمان ورزش و مربیانی که با کودکان و نوجوانان سروکار دارند از ارزش بیشتری برخوردار خواهد بود و جامعهٔ علمی کشور را از خطاهایی که در برآورد و اعلام نیمرخ جسمانی نوجوانان شاهدیم مبرا خواهد کرد.

روش‌شناسی

روش پژوهش حاضر مقطعی است که به صورت میدانی انجام شده است. آزمودنیهای این تحقیق را ۴۰۰ پسر از شهرستان سیرجان درسال ۱۳۸۴ تشکیل می‌دهند که به صورت تصادفی انتخاب شدند. دامنهٔ سنی آزمودنیها ۱۱-۱۸ سال است. درصد چربی بدن با اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی سه‌سر بازو و ساق پا و با استفاده از فرمول $\%BF= ۰/۷۳۵ (\Sigma SF)+۱$ مربوط به معادله‌های **اسلاتر** و همکاران محاسبه شد (۲). وزن آزمودنیها با استفاده از ترازو و با حداقل لباس به کیلوگرم اندازه‌گیری شد. برای به‌دست آوردن طول قد، آزمودنیها با پای برهنه و در حالی که بدنشان صاف و کشیده بود در مقابل قدسنج قرار گرفتند و با قراردادن خط‌کش بر روی سر آنها قد به سانتی‌متر ثبت شد. شاخص تودهٔ بدن با اندازه‌گیری وزن و قد و با استفاده از فرمول $BMI= w/h^2$ محاسبه شد (۲). نسبت دور کمر به باسن با اندازه‌گیری دور کمر و باسن و با استفاده از فرمول (cm) دورباسن / (cm) دورکمر= WHR به دست آمد (۱۴). حداکثر اکسیژن مصرفی(VO_2max) از طریق آزمون دوی ۲۰ متر شاتل ران و فرمول مربوط[1] تعیین شد. در تجزیه و تحلیل نتایج پژوهش حاضر، برای تعیین اختلاف میانگین گروههای سنی از روش تحلیل واریانس یکطرفه و برای مقایسهٔ میانگینها از آزمون دانکن و برای ارزیابی ارتباط و میزان همبستگی بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (۲۱). نرم‌افزار SPSS و STATISTICA برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها به کار رفت. از آزمون **کولموگروف- اسمیرنف** در بررسی نرمالیتی داده‌ها استفاده شد.

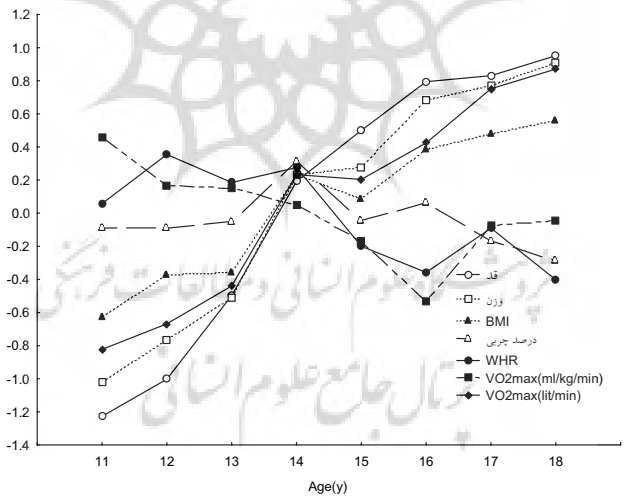
یافته‌ها

جدول ۱ آماره‌های توصیفی متغیرهای اندازه‌گیری‌شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام سنین به جز سن ۱۴ تا ۱۵سال افزایش تدریجی در میانگین BMI همراه با افزایش سن مشاهده می‌شود (شکل ۱). همچنین اختلاف معناداری بین BMI ($p <۰/۰۱$) و WHR ($p <۰/۰۱$) گروههای سنی مختلف مشاهده شد که جدول ۲ و ۳ نتایج آزمون تعقیبی دانکن را نشان می‌دهند. جدول ۴ نیز همبستگی بین شاخصهای ترکیب بدنی و VO_2max نسبی را در گروههای سنی مطالعه‌شده عرضه می‌نماید.

1. $VO_2max= ۳۱/۰۲۵+(سرعت \times ۳/۲۳۸)-(سرعت \times سن \times ۳/۲۴۸)+(سن \times سرعت \times ۰/۱۵۳۶)$

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای قد، وزن، BMI، WHR، VO_2max و درصد چربی بدن. تعداد نفرات در هر ردهٔ سنی ۵۰ نفر بود و اعداد، میانگین ± انحراف معیار را نشان می‌دهد.

سن (y)	قد (cm)	وزن (kg)	BMI	WHR	VO (ml/kg/min)$_2$max	درصد چربی بدن
۱۱	۱۴۵٫۹۱ ± ۷٫۰۱	۳۵٫۳۰ ± ۷٫۰۲	۱۶٫۵۴ ± ۲٫۷۳	۰٫۸۱۴ ± ۰٫۰۷۱	۵۲٫۴۷ ± ۴٫۱۱	۱۳٫۹۱±۶٫۴۴
۱۲	۱۴۸٫۶۵ ± ۸٫۱۴	۳۸٫۹۴ ± ۹٫۳۳	۱۷٫۵۰ ± ۳٫۳۵	۰٫۸۳۰ ± ۰٫۰۴۶	۵۰٫۹۳ ± ۳٫۷۹	۱۴٫۷۱ ± ۵٫۸۳
۱۳	۱۵۴٫۸۰ ± ۸٫۷۲	۴۲٫۴۶ ± ۱۰٫۱۴	۱۷٫۵۵ ± ۲٫۹۵	۰٫۸۲۱ ± ۰٫۰۴۷	۵۱٫۴۴ ± ۳٫۱۴	۱۳٫۲۱ ± ۵٫۵۳
۱۴	۱۶۳٫۲۲ ± ۸٫۴۶	۵۲٫۹۸ ± ۱۳٫۱۱	۱۹٫۷۷ ± ۴٫۲۶	۰٫۸۲۶ ± ۰٫۰۶۰	۵۰٫۶۶ ± ۴٫۶۹	۱۵٫۷۱ ± ۷٫۳۵
۱۵	۱۶۶٫۹۸ ± ۶٫۶۷	۵۳٫۵۸ ± ۹٫۸۰	۱۹٫۲۲ ± ۳٫۴۷	۰٫۸۰۰ ± ۰٫۰۵۹	۵۰٫۷۰ ± ۴٫۰۰	۱۳٫۳۳ ± ۴٫۴۹
۱۶	۱۷۰٫۵۷ ± ۶٫۴۰	۵۹٫۳۵ ± ۱۰٫۹۸	۲۰٫۳۷ ± ۳٫۵۲	۰٫۷۹۱ ± ۰٫۰۳۹	۴۹٫۰۶ ± ۴٫۲۶	۱۲٫۹۱ ± ۴٫۱۲
۱۷	۱۷۱٫۰۱ ± ۶٫۷۵	۶۰٫۵۹ ± ۱۲٫۸۱	۲۰٫۷۱ ± ۴٫۲۲	۰٫۸۰۶ ± ۰٫۰۵۰	۴۹٫۱۰ ± ۵٫۸۰	۱۲٫۶۶ ± ۶٫۵۹
۱۸	۱۷۲٫۴۸ ± ۶٫۵۵	۶۲٫۵۴ ± ۹٫۸۹	۲۱٫۰۲ ± ۳٫۰۳	۰٫۷۸۹ ± ۰٫۰۳۱	۴۹٫۲۹ ± ۶٫۳۸	۱۲٫۳۷ ± ۵٫۵۰
کل	۱۶۰٫۸ ± ۱۲٫۲۰	۴۹٫۷۳ ± ۱۴٫۱۴	۱۸٫۹۱ ± ۳٫۷۸	۰٫۸۱۱ ± ۰٫۰۵۴	۵۰٫۵۶ ± ۴٫۵۳	۱۳٫۶۶ ± ۵٫۸۱



شکل ۱. تغییرات متغیرها بر اساس نمرات Z

جدول ۲. نتایج مقایسهٔ میانگین BMI به روش دانکن

سن	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۱		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
۱۲			ns	ns	*	*	ns	*
۱۳				ns	ns	*	ns	*
۱۴					*	*	ns	*
۱۵						ns	ns	ns
۱۶							ns	ns
۱۷								ns
۱۸								

ns و * به ترتیب غیرمعنادار و معنادار بودن را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج مقایسهٔ میانگین WHR به روش دانکن

سن	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۱		ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
۱۲			ns	ns	*	*	ns	*
۱۳				ns	ns	*	ns	*
۱۴					*	*	ns	*
۱۵						ns	ns	ns
۱۶							ns	ns
۱۷								ns
۱۸								

جدول۴. همبستگی بین شاخصهای ترکیب بدنی و VO_2max نسبی در گروههای سنی مختلف

شاخص / سن	BMI	WHR	درصد چربی	
۱۱	ns	ns	ns	VO_2max
۱۲	ns	ns	ns	VO_2max
۱۳	r = ۰/۴۶ **	ns	ns	VO_2max
۱۴	r = ۰/۳۸ **	ns	ns	VO_2max
۱۵	ns	ns	ns	VO_2max
۱۶	ns	r = ۰/۲۸ *	ns	VO_2max
۱۷	ns	ns	ns	VO_2max
۱۸	ns	ns	ns	VO_2max

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

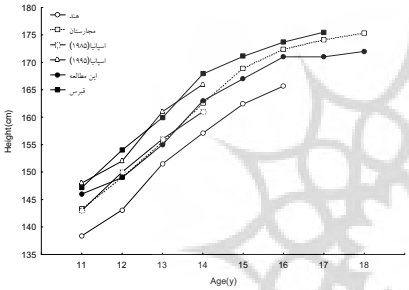
قد

شکل ۱ نشان می‌دهد میانگین قد در پسران ۱۱–۱۸ ساله همراه با افزایش سن افزایش می‌یابد. سرعت افزایش قد در سنین مختلف متفاوت است. این سرعت در فاصلهٔ سنی ۱۳ تا ۱۴ سال بیشترین است که احتمالاً مربوط به تغییرات دوران بلوغ است و تحت تأثیر هورمونهای هیپوتالاموس، هیپوفیز و غدد جنسی صورت می‌گیرد (۲).

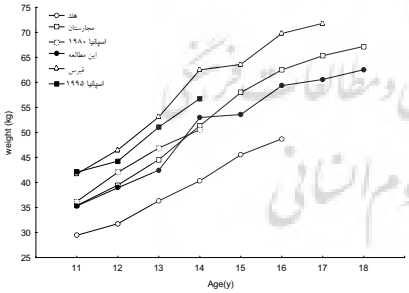
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سرعت افزایش قد در پسران قبرسی (۲۰) و مجارستانی (۶) مانند آزمودنیهای این مطالعه در فاصلهٔ سنی ۱۳تا ۱۴ سال بیشتر از سرعت آن در حد فاصل سالهای دیگر است. اما، این دوره در پسران اسپانیایی ۱۹۹۵ (۱۲) و هندی (۱۵) در فاصلهٔ سنی ۱۲ تا ۱۳ سال رخ می‌دهد. در مطالعه‌ای طولی بر روی گروهی از پسران کانادایی، سن اوج سرعت افزایش قد در آنها ۱۳٫۴۵ ذکر شده است (۱۷).

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، تفاوتهای کودکان کشورهای مختلف از نظر قد قابل توجه است. در تمام سنین میانگین قد کودکان مطالعه‌شده در مقایسه با کودکان اسپانیایی (۱۹۹۵) و کودکان قبرسی کمتر است، اما با کودکان اسپانیایی (۱۹۸۰) و کودکان مجارستانی تقریباً برابری می‌کند. تقریباً در تمام سنین میانگین قد کودکان مطالعهٔ حاضر در مقایسه با کودکان هندی بالاتر است. نزدیک‌تر بودن میانگین قد کودکان مطالعه‌شده به کودکان اسپانیایی ۱۹۸۰ در مقایسه با کودکان اسپانیایی ۱۹۹۵ احتمالاً نشان‌دهندهٔ تأثیر عوامل محیطی (نظیر تغذیه) بر تغییرات قد است، زیرا فاصلهٔ زمانی ۱۵ سال مدت بسیار کوتاهی برای تغییرات ژنتیکی در یک نژاد است. بنابراین شاید بتوان گفت شرایط محیطی مؤثر بر افزایش قد (نظیر تغذیه) در سال ۱۹۹۵ نسبت به ۱۹۸۰ در اسپانیا مناسب‌تر شده است و شرایط محیطی (نظیر تغذیه) کودکان مطالعه‌شده احتمالاً به کودکان اسپانیایی ۱۹۸۰ شباهت نزدیک‌تری دارد.

در بررسیهایی که دوقلوهای تک‌تخمی همسان و دوقلوهای دوتخمی مقایسه شده‌اند، سهم ژنتیک در قد کودک همچنین قد نهایی او در بزرگسالی تقریباً ۶۰ درصد گزارش شده است (۲).



شکل ۲. مقایسهٔ روند تغییرات قد در پسران مطالعهٔ حاضر با مطالعات دیگر



شکل ۳. مقایسهٔ روند تغییرات وزن در پسران مطالعهٔ حاضر با مطالعات دیگر

وزن

در تمام سنین افزایش وزن همراه با افزایش سن مشاهده می‌شود که اوج سرعت افزایش وزن نیز مانند قد در فاصلهٔ سنی ۱۳ تا ۱۴ سال است (شکل ۳). احتمالاً این افزایش وزن بیشتر به دلیل افزایش تودهٔ عضلانی است که در دوران بلوغ در مردان رخ می‌دهد (۲).

همان‌طور که در شکل ۲ و ۳ مشاهده می‌شود، در پسران اسپانیایی، هندی، قبرسی و مجارستانی نیز سن اوج افزایش وزن هماهنگ با سن اوج افزایش قد است. این شتاب افزایش وزن نیز مانند قد ممکن است در پاسخ به تغییرات هورمونی دورهٔ بلوغ و افزایش قد باشد.

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، تغییرات وزن در گروههای مختلف متفاوت است. در تمام سنین میانگین وزن کودکان مطالعه‌شده کمتر از کودکان اسپانیایی ۱۹۹۵ و کودکان قبرسی است، اما با کودکان اسپانیایی ۱۹۸۰ و کودکان مجارستانی اختلاف کمتری نشان می‌دهد. در تمام سنین میانگین وزن کودکان مطالعهٔ حاضر در مقایسه با کودکان هندی بالاتر است. همچنین الگوی تغییرات وزن کودکان این مطالعه با کودکان قبرسی مشابه است.

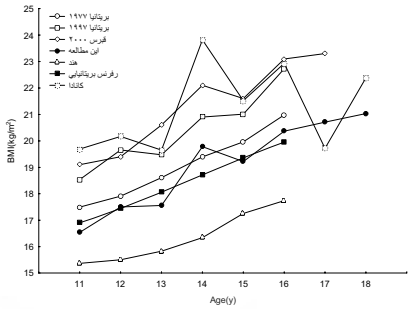
شاخص تودهٔ بدنی (BMI)

در تمام سنین به جز سن ۱۴ تا ۱۵ سال افزایشی تدریجی در میانگین BMI همراه با افزایش سن مشاهده شد (شکل ۱). این روند در کودکان ایتالیایی نیز گزارش شده است (۱۰)، اما در مطالعه‌ای روی کودکان فرانسوی، روند افزایش BMI تا سن ۱۸ سالگی ادامه داشت و کاهش در سن ۱۵ سالگی که در این مطالعه مشاهده شد گزارش نشده است (۱۸).

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، در تمام سنین میانگین BMI کودکان پژوهش حاضر از کودکان قبرسی و بریتانیایی کمتر ولی از کودکان هندی بیشتر است. همچنین بجز سن ۱۷ سال، در تمام سنین کودکان مطالعهٔ حاضر میانگین BMI کمتری از همتایان کانادایی(۲۳) خود داشتند. میانگین BMI گروههای سنی ۱۱ تا ۱۴ سال پژوهش حاضر به کودکان اسپانیایی سال ۱۹۸۰ نزدیک است، اما از کودکان اسپانیایی ۱۹۹۵ به مراتب کمتر است. تفاوت الگوی تغییرات BMI در کودکان کشورهای مختلف شاید به دلیل اختلاف در مراحل رشد و بلوغ باشد، که با تغییرات هورمونی، رشد جهشی دورهٔ نوجوانی و زیادشدن تودهٔ عضلانی و افزایش میزان چربی همراه است (۲). تمامی این عوامل و عوامل محیطی و اجتماعی بر قد و وزن و BMI تأثیر گذارند. کودکان کوتاه‌تر BMI کمتر و کودکان بلندقدتر BMI بیشتری دارند. این احتمال وجود دارد که بافت عضلانی نسبت به بافت چربی در اضافه کردن وزن بیشتر تأثیر داشته باشد، یعنی بسیاری از آزمودنیهای برخوردار از BMI بزرگ‌تر تودهٔ عضلانی اسکلتی بیشتری دارند. بنابراین BMI شاید شاخص مناسبی برای ترکیب بدن در کودکان نباشد.

با توجه به این موارد نمی‌توان اختلاف BMI کودکان این مطالعه با کودکان دیگر را اختلاف چاقی آنها در نظر گرفت و جای تردید است که آیا حدود معینی از BMI به طور مساوی در طبقه‌بندی خطرات سلامتی در جمعیتهای مختلف استفاده شود. از آنجا که احتمالاً در دوران رشد بافت عضلانی نسبت به بافت چربی در افزایش وزن تأثیر بیشتری دارد و با توجه به تأثیر تمرین و ورزش بر افزایش تودهٔ عضلانی، شاید کودکان ورزشکار نسبت به همتایان غیرورزشی خود از BMI بزرگ‌تری

برخوردار باشند. ضرورت احتیاط بیشتر در استفاده از شاخص BMI در ورزشکاران سالها قبل آشکارشده که البته مستلزم تحقیقات بیشتر نیز هست.



شکل ۴. مقایسهٔ روند تغییرات BMI در پسران مطالعهٔ حاضر با مطالعات دیگر

نسبت دور کمر به باسن (WHR)

بزرگ‌ترین میانگین WHR در بین گروههای سنی مطالعهٔ حاضر مربوط به گروه سنی ۱۲ سال است (شکل ۱). در این مطالعه میانگین WHR در سنین مختلف تغییر می‌یابد، اما این تغییرات تناسبی با افزایش سن ندارد. این موضوع با نتایج پژوهش **فریدمن** و همکاران (۷) که کاهش میانگین WHR را از سن ۵ تا ۱۷ سال در پسران آمریکایی گزارش کردند همخوانی ندارد. استفاده از نسبت‌هایی مثل WHR در ارزیابی چاقی کودکان شاید به دلیل وابستگی زیاد به سن مناسب نباشد (۲۲). در بعضی مطالعات ذکرشده شاید اندازهٔ دور کمر و ضخامت چربی زیرپوستی نسبت به WHR در اندازه‌گیری توزیع چربی بهتر باشند (۷).

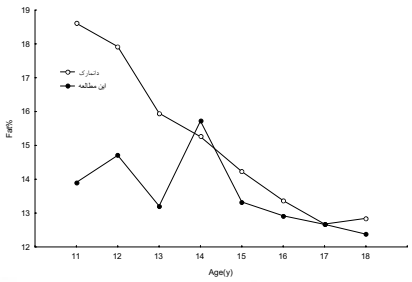
درصد چربی بدن

بالاترین میانگین درصد چربی در بین گروههای سنی مطالعه‌شده مربوط به گروه سنی ۱۴ سال است (جدول ۱). همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تغییرات درصد چربی متناسب با تغییرات سن نیست. تحلیل واریانس تفاوت معناداری بین میانگین درصد چربی بین گروههای سنی مطالعه‌شده نشان نداد. بنابراین افزایش وزن در طول این دوران ممکن است بیشتر به دلیل افزایش بافت بدون چربی بویژه تودهٔ عضلانی باشد (۱۱).

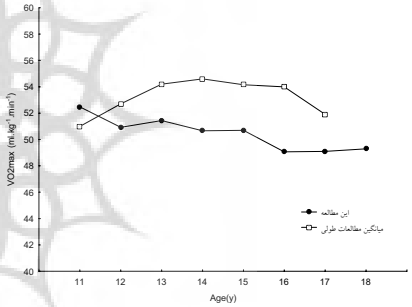
مولگارد و میشلسن (۱۹۹۸) در مطالعهٔ کودکان ۴ تا ۱۹ سالهٔ دانمارکی به این نتیجه رسیدند که در دوران بلوغ درصد چربی در دختران افزایش می‌یابد، در حالی که در پسران این میزان کاهش دارد (۱۱). مطالعات مقطعی **اوگلی** و همکاران در کانادا نیز همین الگوی تغییرات درصد چربی را نشان می‌دهد اما ارزشهای مطلق درصد چربی در آنها بزرگ‌تر بود (۱۱). منحنیهای تکاملی **مالینا و بوچارد** افزایش ملایم و نسبی در درصد چربی در سالهای آخر پیش از بلوغ جنسی در پسران را نشان می‌دهد که پس از آن به آهستگی کاهش می‌یابد. این امر بیانگر افزایش تودهٔ بدون چربی در دورهٔ بلوغ جنسی است (۲).

روند تغییرات درصد چربی در مطالعهٔ حاضر نیز تقریباً مشابه منحنیهای **مالینا و بوچارد** است. برای مثال، شکل ۵ الگوی تغییرات درصد چربی در کودکان مطالعهٔ حاضر و همتایان دانمارکی (۱۱) آنها را نشان می‌دهد. درصد چربی در کودکان دانمارکی از سن ۱۱ تا ۱۸ سال همراه با افزایش سن کاهش یافته است و در واقع سیر نزولی را در دوران رشد نشان می‌دهد. اما در کودکان این مطالعهٔ سیر نزولی از سن ۱۲ تا ۱۸سال بجز ۱۴ سالگی که افزایش زیادی در درصد چربی در این دوره اتفاق می‌افتد مشاهده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۵ می‌بینید در تمام سنین به جز ۱۴ سالگی، میانگین درصد

چربی در کودکان این مطالعه کمتر از همتایان دانمارکی آنهاست که این موضوع ممکن است به دلیل مراحل رشد و بلوغ، اختلاف شرایط محیطی از جمله وضعیت تغذیه و میزان تحرک باشد.



شکل ۵. مقایسهٔ تغییرات درصد چربی پسران مطالعهٔ حاضر با همتایان دانمارکی



شکل ۶. مقایسهٔ روند تغییرات VO_2max پسران مطالعهٔ حاضر با مطالعات دیگر

اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max)

جدول ۱ میانگین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی را در گروههای سنی این مطالعه نشان می‌دهد. تحلیل واریانس آزمون مقایسهٔ میانگین به روش دانکن نشان داد اختلاف بین سنین ۱۱ و ۱۶ سال با بیشتر گروههای سنی معنادار بود، ولی اختلاف بین گروههای سنی دیگر معنادار نیست.

به عبارت دیگر، همراه با افزایش سن تغییر چندانی در اکسیژن مصرفی بیشینه به ازای میلی‌لیتر کیلوگرم در دقیقه در کودکان این گروههای سنی مشاهده نشد. یافته‌های **کراهن بول** و همکاران و **بار-ار** نیز نشان می‌دهد VO_2max در پسران همراه با افزایش سن تقریباً ثابت باقی می‌ماند، اما پس از دورهٔ نوجوانی ارزشهای میانگین در VO_2max به ازای هر کیلوگرم در سرتاسر سالهای بزرگسالی به طور پیشرونده‌ای کاهش می‌یابد (۲).

رابینسون نشان داد تا ۲۰ سالگی میانگین مقادیر VO_2max تقریباً ۵۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه است که در سن ۴۰ سالگی به ۴۰ و در ۷۰ سالگی به ۳۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم در دقیقه می‌رسد (۲). در مطالعات طولی انجام شده روی پسران، برخی افزایش، برخی کاهش و سایرین ثبات در VO_2max به ازای کیلوگرم در دقیقه همراه با افزایش سن را گزارش کرده‌اند. این مطالعات در مورد دختران روند نزولی کلی در VO_2max به ازای هر کیلوگرم همراه با افزایش سن را نشان می‌دهد. اما در مجموع مطالعات دربارهٔ VO_2max نسبی همراه با افزایش سن، در پسران وجود ارزشهای ثابت و در دختران کاهش پیشرونده را نشان می‌دهد (۲). تفاوتهای موجود در روند تغییرات VO_2max نسبی همراه با افزایش سن با اثر سایر عوامل مؤثر بر آمادگی هوازی توصیف می‌شود. تفاوت در تغییرات ترکیب بدنی به هنگام رشد و تغییرات در فعالیت بدنی روزانه را می‌توان به این اختلافات نسبت داد (۲).

شکل ۶ روند تغییرات VO_2max را در پسران مطالعهٔ حاضر و میانگینهای به دست آمده از برخی مطالعات طولی را نشان می‌دهد (۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام سنین بجز ۱۱ سالگی،

میانگین VO_2max در کودکان این مطالعه کمتر از میانگین به‌دست آمده از مطالعات طولی است. همچنین مقایسهٔ VO_2max کودکان مطالعهٔ حاضر با مطالعه‌ای که بر روی کودکان هلندی انجام شده نشان داد از ۱۳ تا ۱۸ سالگی در تمام سنین میانگین VO_2max به ازای کیلوگرم در دقیقه در پسران این مطالعه بیش از همتایان هلندی است (۸). این تفاوتها را می‌توان به روشهای اندازه‌گیری VO_2max، تفاوت تودهٔ عضلانی به دلیل میزان تحرک در شرایط محیطی مختلف، میزان چربی ناشی از شرایط تغذیه‌ای و ورزشی، و عوامل ژنتیکی نسبت داد. جالب اینکه در یکی از جدیدترین مطالعات انجام شده در کشور (۳) میانگین VO_2max دختران ۱۵ تا ۱۷ سالهٔ دانش‌آموز شهرستان کرج برابر با ۴۰٫۵ ml/kg/min ذکر شده است.

نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین تغییرات درصد چربی و تغییرات VO_2max (میلی‌لیتر کیلوگرم در دقیقه) در پسران ۱۱–۱۸ ساله ارتباط معناداری وجود ندارد ($p>0.05$). با توجه به اینکه در پژوهش حاضر برای برآورد VO_2max از آزمون شاتل ران که با حمل وزن بدن سر و کار دارد استفاده شده است، ممکن است چربی بدن بر مقدار برآورد شدهٔ VO_2max تأثیر داشته باشد. ولی از آنجا که در مقدار VO_2max چندسازهٔ تعیین‌کننده و عوامل دیگری نظیر اقتصاد دویدن، مهارت، انگیزش و ترکیب بدنی نیز دخالت دارند و در طول سنین رشد ابعاد بدنی از جمله اندامهای درگیر در برداشت و مصرف اکسیژن تغییر می‌یابند، ارتباط معناداری بین درصد چربی و VO_2max مشاهده نمی‌شود. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین تغییرات BMI و تغییرات VO_2max پسران ۱۱–۱۸ ساله ارتباط منفی و معناداری وجود دارد ($r = -0.93$ و $p<0.01$). همچنین یافته‌ها بیانگر افزایش BMI همراه با افزایش سن است و این نشان می‌دهد تغییرات نسبی وزن و قد در سنین مختلف متفاوت است، به طوری که با افزایش سن، وزن نسبت به قد افزایش بیشتری دارد. بنابراین علی‌رغم اینکه اجرای استقامتی همراه با افزایش سن افزایش می‌یابد (۵)، زمانی که VO_2max به نسبت وزن بیان می‌شود با BMI ارتباط منفی نشان می‌دهد. همچنین نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد بین تغییرات WHR و تغییرات VO_2max (میلی‌لیتر در دقیقه) در پسران ۱۱–۱۸ ساله ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد ($r = 0.71$ و $p<0.05$). به طور خلاصه می‌توان موارد زیر را نتیجه گرفت.

۱. استفاده از منحنیهای قد و وزن خارجی در بررسی این ویژگیها در کودکان ایرانی مناسب به نظر نمی‌رسد و شاید با تفاسیر غیرواقعی همراه باشد.

۲. هنگام مقایسهٔ وزن کودکان در حال رشد باید به میزان قد بیش از سن تقویمی توجه داشت.

۳. تفاوت BMI کودکان مورد مطالعه با همتایان خارجی آنها را می‌توان به تفاوت میزان قد آنها نسبت داد. احتمالاً استفاده از BMI در تفسیر میزان چاقی کودکان در حال رشد ملاک مناسبی نیست.

۴. با توجه به سهم بیشتر بافت عضلانی در افزایش وزن در طول دوران رشد و تأثیر مثبت ورزش و تمرین بر تودهٔ عضلانی، احتمالاً کودکان پرتحرک و ورزشکار در ارتباط با BMI به هنجار نیاز دارند.

افزایش وزن کودکان مورد مطالعه بیشتر به دلیل افزایش بافت بدون چربی آنها رخ داده است. بنابراین برای مقایسهٔ چاقی کودکان در حال رشد استفاده از درصد چربی نسبت به BMI با تفاسیر دقیق‌تری همراه خواهد بود.

منابع

۱. ام هی‌وود، کاتلین، ۱۳۷۸، رشد و تکامل حرکتی در طول عمر، ترجمهٔ مهدی نمازی‌زاده و محمد علی اصلانخانی، تهران، سازمان سمت.

۲. رولاند، توماس دبلیو، ۱۳۷۹، فیزیولوژی ورزشی دوران رشد، ترجمهٔ عباسعلی گائینی، تهران، دانش‌افروز.

۳. آقاعلی‌نژاد، حمید؛ پریسا صداقتی، زهره اسماعیل‌زاده آزاد، فرحناز مشکوتی، ۱۳۸۶، «بررسی ویژگیهای بیوانرژیک و تواناییهای زیست‌حرکتی دختران ۱۵-۱۷ سال غیرورزشکار طی مراحل مختلف دوران قاعدگی»، فصلنامهٔ المپیک، شمارهٔ ۳۸، ۹۹-۱۰۷.

4. **Baxter-Jones, A.D.G. and N. Maffulli (2003). "Endurance in young athletes: it can be trained". Br J Sports Med., 37:96-97.**
5. **Davies, P.; J. Gregory and A. White (1995). "Physical activity and body fatness in pre-school children". Int J Obesity., 19:6–10.**
6. **Eiben, O.G. and C.G.N. Mascie-Taylor (2004). "Children's growth and socio-economic status in Hungary". Economics & Human Biology. 2:295–320.**
7. **Freedman, D.S.; M.K. Serdula, S.R. Srinivasan, and G.S. Berenson (1999). "Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study". Am J Clin Nutr., 308(69):308–317.**
8. **Kemper, H.C.G.; J.W.R. Twisk, W.V. Mechelen, G.B. Post, J.C. Roos and P. Lips (2000). "A Fifteen-Year Longitudinal Study in Young Adults on the Relation of Physical Activity and Fitness With the Development of the Bone Mass: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study". Bone., 27(6):847–853.**
9. **Kumanyika, S. and N. Stettler (2001). "Commentary: Getting ahead of the childhood obesity curve". Int. J. of Epidemiology, 30:999-1000.**
10. **Luciano1, A.; F. Bressan and Zoppi1 (1997). Body Mass Index reference curves for children aged 3–19 years from Verona. Italy. Eur J Clin Nutr., 51: 6-10.**
11. **Molgaard, C. and K.F. Michaelsen (1998). "Changes in Body Composition during Growth in Healthy School-age Children". Appl. Radiat. lsot., 49(5/6):577-579.**
12. **Moreno, L.A.; J.S. Fleta, A. Sarr, G. Rodrguez and M. Bueno (2001). "Secular Increases in Body Fat Percentage in Male Children of Zaragoza", Spain, 1980–1995. Preventive Medicine., 33: 357–363.**
13. **Nelson, D.A. and D.A. Barondess (2000). "A Noninvasive Measure of Physical Maturity as a Predictor of Bone Mass in Children". Journal of the American College of Nutrition, 19(1):38–41.**
14. **Nieman, D.C. (1990). Fitness and sports medicine an introduction. Palo Alto California.**
15. **Onis, M.d.; P. Dasgupta, S. Saha, D. Sengupta and M. Blossner (2001). "The National Center for Health Statistics reference and the growth of Indian adolescent boys". American Journal of Clinical Nutrition, 74(2):248-253.**
16. **Potvin, L.; S. Desrosiers, M. Trifonopoulos, N. Leduc, M. Rivard, C. Macaulay, and G. Paradis (1999). "Anthropometric Characteristics of Mohawk Children Aged 6 to 11 Years". Journal of the American Dietetic Association, 99(8):955-961.**
17. **Rauch, F.; D.A. Bailey, A. Baxter-Jones, R. Mirwald and R. Faulkner (2004). "The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt". Bone, 34:771– 775.**
18. **Rolland, Cachera M.F. (1991). "Body Mass Index variations: centiles from birth to 87 years". Eur J Clin Nutr., 45:13–21.**
19. **Rush, E.C.; L.D. Plank, P.W. Davies, P. Watson (2003). "Body composition and physical activity in New Zealand Maori, Pacific and European children aged 5–14 years". British Journal of Nutrition, 90:1133–1139.**

20. Savva, S.C.; Y. Kourides, M. Tornaritis, M. Epiphaniou-Savva, P. Tafouna and A. Kafatos (2001). "Reference Growth Curves for Cypriot Children 6 to 17 Years of Age". Obesity Research, 9:754-762.

21. Steel, R.G. and J.H. Torrie (1980). Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York

22. Taylor, R.W.; I.E. Jones, S.M. Williams (2000). "Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry", in children aged 3–19 y. Am J Clin Nutr., 72(2):490–495.

23. Tremblay, M.S. and J.D. Willms (2000). "Secular trends in the body mass index of Canadian children". CMAJ., 163(11):1429-33.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی