



فیزیولوژی ورزشی کودکان

نیل آرمسترانگ

رحمان سوری عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

پریسا پور نعمتی عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

سید جواد میر غنی - یحیی محمد نژاد پناه گندی

مهدی صید یوسفی - حمید مسجدی - جواد گرائلی کرپی

پیش‌گفتار

براین باور، معتقدم که کودکان، از لحاظ فیزیولوژیکی واقعاً بزرگسالان کوچک نیستند. در هر حال به نظر می‌رسد، نباید تفاوت ویژه‌ای بین کودکان و بزرگسالان قائل شد. برای مثال، این سوال را مطرح می‌کنیم که آیا کودکان نسبت به بزرگسالان در یک سطح خاص، فشار بیشتری را متحمل می‌شوند یا برعکس با فشار کمتری مواجه می‌شوند؟ برای یافتن پاسخ این سوال، می‌توان به مقیاس درک فشار بزرگ مراجعه کرد که تاکنون تفسیرهای گوناگونی از آن گزارش شده است. با توجه به پژوهش‌های انجام شده و تجربیات شخصی به این نتیجه رسیده‌ام که بچه‌های کوچک‌تر، دویدن بر روی نوارگردان را نسبت به بزرگسالان آسان‌تر انجام می‌دهند، اگر چه بیشتر پژوهشگران با نظر من مخالف هستند.

برای خستگی بی‌هوازی، بیشتر از تیم اسکواش پسران انگلیسی ۱۲ و ۱۰، ۸ ساله استفاده شد. با اندکی توجه خواهیم دید که اگر این گروه از پسران یک سری از فعالیت را به‌صورت بی‌هوازی انجام دهند (تمرین سایه زدن)، مثلاً در دوره‌های ۳۰ ثانیه‌ای دویدن از یک نقطه به نقطه دیگر با حداکثر شدت و با دوره‌های ۳۰ ثانیه‌ای استراحت فعال، این گروه‌های سنی (اگر به آن‌ها اجازه دهیم) می‌توانند این آزمون را ۱۵ یا حتی ۲۰ بار تکرار کنند، در حالی که گروه‌های بزرگسال‌تر ۱۴، ۱۶ و ۱۹ ساله، سریع‌تر خسته می‌شوند و در نهایت می‌توانند ۱۰ تکرار انجام دهند. آیا پاسخ این مسئله ناشی از تفاوت‌های بلوغی در واکنش به لاکتات خون می‌باشد؟

دانستن این موضوع که سطح بدن (رویه‌ی سطحی) یک فرد هشت ساله نسبت به یک فرد بزرگسال ممکن است تا ۴۰ درصد بیشتر باشد، به توضیح این مسئله که چرا کودکان در مقابل اختلال تنظیم دما در آب سرد یا هوای بسیار گرم در معرض خطر بیشتری قرار دارند، کمک می‌نماید. حتی به درک این موضوع نیز کمک می‌کند که چگونه بچه‌ها از غوطه وری (غرق شدن) در آب سرد، به مدت بیش از نیم تا یک ساعت می‌توانند جان سالم به در ببرند با توجه به اینکه، سرعت سرد شدن آن‌ها خیلی سریع آغاز می‌شود، لذا تاثیر بروی 'واقعاً تاثیرگذار و نجات دهنده است.

با این وجود، دانش و علم در یک سو و عمل و واقعیت در سوی دیگر هستند که یکسان و برابر نمی‌باشند. زمانی که مربی اسکواش پسر ۸ سالگی‌اش یک ردیف طولانی از توپ‌ها را برای او می‌انداختم و انتظار داشتم تا پرتاب بالا سری و پشت دستی را یاد بگیرد. به تدریج او این مهارت را یاد گرفت و به خوبی به توپ ضربه می‌زد، اما در هنگام پایین آوردن راکتش گفت: خیلی گرم شده آیا اجازه استراحت و توقف نمی‌دهی؟ آن وقت من به چهره قرمز پسر کوچولو نگاه کردم و بدون توجه به اینکه پاسخ تنظیم دمای عمومی و فعالیت غدد عرق در این گروه سنی بسیار ضعیف است، از تکرار کار او و اجرای تکنیک‌های او لذت می‌بردم.

در یک نشریه علمی در سال ۱۹۸۳، که در مورد طب ورزشی مربوط به کودکان بود، بار^۱ اولین نشریه تحت عنوان ورزش و کودکان را منتشر ساخت. چند سال قبل، پروفیسور بار دوره‌ی فرصت مطالعاتی را با پروفیسور آرمسترانگ در اکستر گذراند. من هر دوی آن‌ها را ملاقات کردم و این سؤال را مطرح کردم که کدام یک از آزمایشگاه‌های ورزشی کودکان پیشنهاد شده است؟ من به بار گفتم که آزمایشگاه شما پیشگام بود، ولی بار این را نپذیرفت و گفت آزمایشگاه نیل مقدم‌تر است و نتوانستند برای سؤال من پاسخ قانع‌کننده‌ای را ارائه دهند. قابل توجه است که در کتاب حاضر، از فصل ۱۱ تا ۱۴ از تحقیق و پژوهش‌های دانشجویان فارغ‌التحصیل که در رابطه با اجرای بدنی کودکان و نوجوانان تحقیق کرده‌اند، استفاده شده است و در خلال آن از متون علمی هم بی‌بهره نبودند.

فهرست موضوعات فصل ۱۴ همان آن چیزی است که افراد تمایل دارند بدانند. از رشد، سنجش و متابولیسم گرفته تا استقامت، ورزش با شدت بالا، عملکرد قلبی و ریوی، جنبش‌های اکسیژن و آمادگی هوازی همه را در بر می‌گیرد. محیط، درک فشار، واکنش به تمرین و هدایت ورزشکاران جوان تا فینال از نظر سلامتی و فعالیت فیزیکی، فصل حیاتی می‌باشد. علم فیزیولوژی کودکان در بسیاری از موارد با افراد بزرگسال و جوان وابسته است که شامل طب ورزش، علم ورزش، مربیگری ورزش و تربیت بدنی می‌باشد. این متون دامنه‌ای از کیفیت محتوای علوم ورزشی و پایگاه‌های اخبار دقیق را در تمامی سطوح، قابل دسترس و فراهم می‌سازد.

مسلم است که کودکان ستون‌ها و تنه‌های اصلی جامعه‌اند و یک کتاب، قاصر از آن است که بتواند به طور فشرده تمامی موضوعات مرتبط با فیزیولوژی ورزش، فعالیت و سلامتی را بیان کند و نمی‌تواند اهمیت این موضوعات را به‌ویژه زمانی که ناسازگاری‌های فیزیولوژیکی نگران‌کننده‌ای در آمادگی و از بین بردن چربی و بیماری وجود داشته باشد، برآورده کنند. داده‌ها و اطلاعات فیزیولوژیکی و پزشکی در زمینه کودکان در متون علمی پراکنده شده‌اند و با عدم پیوستگی و یکپارچگی مطالب همراه هستند. این اطلاعات نه تنها به خوبی ارائه و بازبینی نشده‌اند، بلکه همه در یک بخش به صورت گزارش و مبحث کلی تدوین شده‌اند.

نشریه فیزیولوژی ورزشی کودکان، اطلاعات قابل دسترس زیادی را ارائه می‌دهد و به همین دلیل پیش‌بینی می‌شود که طیف زیادی از خوانندگان، از این مطالب استقبال خواهند کرد. ویراستار نیل آرمسترانگ^۲ و ۱۳ نفر از همکاران او به‌خاطر موفقیت‌های عالی در این متون، مورد تشویق قرار گرفتند.

1.Bar-Or

2.Neil Armstrong

این کتاب برای دانشمندان، پزشکان، پرستاران، استادان و مربیانی که در تعلیم و تربیت کودکان و نوجوانان فعالیت می‌کنند مفید خواهد بود. اما مخاطب اصلی آن دانشجویان دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد علوم ورزشی هستند. با فرض درک اصول اساسی فیزیولوژی ورزش، هدف اصلی این کتاب ایجاد بازنگری کلی و استخراج سریع در زمینه فیزیولوژی ورزش کودکان می‌باشد.

موضوعات فصول طوری انتخاب شده‌اند که پوشش جامعی از محتوای بخش‌های آموزشی در فیزیولوژی ورزش کودکان در برنامه علوم ورزشی را تأمین کنند. هر فصل با فهرستی از هدف‌های یادگیری شروع می‌شود و با یک خلاصه و بازبینی نکات کلیدی پایان می‌یابد. همچنین فصل‌ها حاوی منابع گزینش شده برای خوانندگان علاقمند به موضوعات خاص می‌باشند و نیز به فصل‌های دیگری هم ارجاع داده می‌شوند که موضوعات خاص به تفصیل بررسی شده‌اند. لیستی از اطلاعات بیشتر در پایان هر فصل برای آنان که می‌خواهند این موضوعات را به طور عمیق دنبال کنند فراهم شده است. تمام نویسندگان این کتاب از استادان و پژوهشگران مجرب در زمینه فیزیولوژی ورزش کودکان می‌باشند. فصل ۱۱ تا ۱۴ توسط گروه فارغ التحصیلان مرکز تحقیقات ورزشی و بهداشت کودکان در دانشگاه اکستر^۱ نوشته شده است. اگرچه افزایش چشم‌گیر تحقیقات منتشر شده در دهه گذشته، درک فیزیولوژی ورزش کودکان را افزایش داده است، اما نسبت به پژوهش‌های انجام شده در بزرگسالان کمتر می‌باشد. کودکان و نوجوانان، بزرگسالان کوچک نیستند و تکنیک‌ها و تجهیزات پژوهشی بزرگسالان، اغلب برای افراد نوجوان متناسب نمی‌باشد. حضور کودکان در تحقیقات غیر درمانی اهمیت مسائل اخلاقی را افزایش می‌دهد که در فصول بعدی به طور مفصل بحث شده است (همچون تحقیق پزشکی نیکولسون ۱۹۸۶^۲ در مورد کودکان، نشر دانشگاه آکسفورد). هرچند منابع مربوط به تحقیقات اخلاقی در کل متون عنوان شده است، جزئیات این مباحث در فصول بعدی به تفصیل بحث شده است. اما، محققان باید دقیقاً در نظر داشته باشند که آیا شیوه‌های تحقیقی که آن‌ها به کار می‌برند، برای شرکت‌کننده‌های جوان اخلاقی می‌باشد یا خیر؟ چندین تکنیک که اغلب به طور معمول و همانند بزرگسالان مورد استفاده قرار می‌گیرد (مثل نمونه‌برداری عضلانی) معمولاً برای تحقیق با کودکان سالم، قابل قبول نیستند و فیزیولوژیست‌های کودکان باید روش‌های تجربی غیر تهاجمی را برای سوالات تحقیقی، جستجو کنند.

تحقیقات مرتبط با پاسخ‌های فیزیولوژیکی ورزش نسبت به سن، رشد، بلوغ و جنسیت در کودکان با چالش‌های بسیاری همراه می‌باشد. هدف از ارائه این کتاب، تحریک علاقه به فیزیولوژی ورزشی کودکان و تشویق دانشمندان علوم ورزشی به برنامه‌های تحقیقاتی و پیشرفت در درک فیزیولوژی ورزش کودکان می‌باشد.

مَنّت خدای را عزّوجلّ که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو می‌رود مَمَد حیات است و چون برمی‌آید مَفْرَح ذات. پس در هر نفسی دو نعمت موجود است و بر هر نعمتی شکری واجب.

از دست و زبان که برآید
کز عهده شکرش به در آید
به پایان رسیدن ترجمه کتاب حاضر مقارن با ولادت حضرت معصومه (ع) بود که آن را به فال نیک می‌گیریم تا به امید پروردگار فواید آن به جامعه علمی کشور وارد شود.

کتاب حاضر مشتمل بر ۱۴ فصل می‌باشد که آگاهی از آن هنگام اجرای فعالیت ورزشی کودکان و نوجوانان ضروری به نظر می‌رسد. این بخش‌ها شامل رشد و نمو، سوخت و ساز، قدرت و فعالیت ورزشی با شدت بالا گرفته تا عملکرد قلبی - ریوی، جنبش شناسی اکسیژن، آمادگی هوازی، شرایط محیطی، درک فشار تمرین، پاسخ به تمرین، ورزشکاران جوان و فصل نهایی در مورد فعالیت های جسمانی و تندرستی می‌باشد. مطالب این کتاب جهت پژوهشگران، پزشکان، معلمان و مربیانی می‌باشد که با کودکان و نوجوانان سروکار دارند، و به طور ویژه برای استفاده دانشجویان و دانش آموختگان علوم ورزشی تدوین گردیده است. کتاب حاضر دانشجویان را گام به گام با مباحث اولیه درباره رشد و نمو آشنا کرده و سپس پاسخ و سازگاری به تمرینات ورزشی را در کودکان مورد بررسی قرار می‌دهد و پنجره جدیدی را به سوی فیزیولوژی ورزشی کودکان می‌گشاید.

هر فصل با فهرستی از اهداف یادگیری شروع شده و با یک خلاصه و نکات کلیدی پایان می‌یابد. همچنین در انتهای هر فصل فهرستی از منابع به کار گرفته شده درباره موضوعات آن فصل ارائه شده و فهرستی از اطلاعات بیشتر برای کسانی که می‌خواهند موضوع آن فصل را به طور عمیق دنبال کنند، فراهم شده است. از خداوند مَنّان می‌خواهم که ما را به سمت درک درست مفاهیم هستی راهنمایی کند تا هر روز بیشتر شکرگزار درگاهش باشیم و بنا به گفته مولانا:

در این خاک، در این پاک، به جز عشق، به جز مهر دگر هیچ نداریم.
خدایا به ما زیستنی عطا کن که در لحظه مرگ بر بیشماری لحظه‌ای که برای زیستن گذشت حسرت نخوریم و مردنی عطا کن که بر بیهودگیش سوگوار نباشیم.
در پایان ترجمه این کتاب را به خون پاک تمامی شهدا تقدیم می‌کنیم که آرامش امروز ما در گرو شهامت و دلیری دیروز آنهاست.

با آرزوی توفیق روزافزون
مترجمان - آبان ماه ۱۳۹۵

فهرست مطالب

۱۳ فصل اول رشد و بلوغ

۲۳	سن اوج سرعت قد	۱۴	مقدمه
۲۸	وضعیت قاعدگی	۱۵	طرح پژوهشی
۲۹	مشخصات جنسی ثانویه	۱۶	رشد
۳۲	شاخص‌های هورمونی بلوغ	۱۶	ابعاد بدن و تناسب
۳۳	ارتباط بین شاخص‌ها	۱۷	قامت
۳۳	تنظیم رشد و بلوغ	۱۹	توده بدن
	بلوغ وابسته به تغییر در اندازه و	۲۰	تناسب‌های بدن
۳۴	عملکرد بدن	۲۱	کنترل بلوغ بیولوژیکی
۳۶	اهمیت کنترل برای بلوغ بیولوژیکی	۲۲	سن اسکلتی

۴۱ فصل دوم تفسیر عملکرد مرتبط با اندازه بدن

۵۲	مولفه‌های نظری	۴۲	مقدمه
۵۴	تفسیر داده‌های طولی	۴۲	تفسیر داده‌ها در یک مقطع زمان
۵۴	کاربرد مولفه‌های نظری	۴۳	مقیاس بندی نسبی
۵۴	رشد سنجی	۴۷	مقیاس بندی رگرسیون خطی
۵۵	مدل سازی چند سطحی	۴۹	مقیاس آلومتری/مقیاس لگاریتم خطی

۶۳ فصل سوم قدرت عضلانی

۷۱	برآورد قدرت عضلانی	۶۴	مقدمه
۷۳	توسعه قدرت عضلانی	۶۴	رشد عضلانی
۷۶	معیارهای توسعه قدرت	۶۵	مکانیسم انقباض عضله، نظریه لغزش فیلامان
	تفاوت‌های سنی در قدرت به ازای	۶۶	تعیین اندازه عضله
۸۱	هر mCSA	۶۶	روش‌های اندازه‌گیری
	تفاوت‌های جنسی در قدرت به ازای	۶۷	محل اندازه‌گیری mCSA
۸۲	هر mCSA		رشد در سطح مقطع عضلانی وابسته به
۸۳	عوامل بیومکانیکی و توسعه قدرت	۶۸	سن و جنسیت
۸۵	عوامل عصبی عضلانی و توسعه قدرت	۶۹	تعریف قدرت عضلانی

فصل چهارم متابولیسم فعالیت ورزشی ۹۱

۹۲	مقدمه	۱۰۶	ذخایر انرژی
۹۵	متابولیسم فعالیت ورزشی	۱۰۷	فعالیت آنزیم‌ها
۹۶	آدنوزین تری فسفات و فسفو کراتین	۱۰۹	تولید لاکتات
۹۶	گلیکوژنولیز و گلیکولیز	۱۱۰	استفاده سوپسترا
۱۰۰	متابولیسم اکسایشی	۱۱۱	واکنش‌های هورمونی
۱۰۴	انواع و مشخصات تارهای عضلانی	۱۱۲	طیف سنجی میدان مغناطیسی 31P
۱۰۵	متابولیسم ورزش کودکان	۱۱۵	جنبش شناسی مصرف اکسیژن
۱۰۶	توع تار عضلانی	۱۱۷	مطالعات بازیابی

فصل پنجم فعالیت ورزشی با شدت بیشینه ۱۲۳

۱۲۴	مقدمه	۱۳۱	آزمون تک مفصلی ایزوکتیک
۱۲۵	آزمون‌های دوچرخه کارسنج	۱۳۳	غلظت لاکتات خون پس از ورزش
۱۲۵	آزمون بی‌هوازی وینگیت	۱۳۴	توسعه آمادگی بی‌هوازی
۱۲۷	آزمون دوچرخه سواری نیرو-سرعت	۱۳۴	پژوهش‌های مقطعی
۱۲۸	آزمون اینرسی نیرو سرعت	۱۳۷	پژوهش‌های طولی
۱۲۹	آزمون رکاب‌زنی ایزوکتیک	۱۳۹	تعیین آمادگی بی‌هوازی
۱۲۹	آزمون کسر اکسیژن انباشته شده		بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت
۱۳۰	خلاصه روش شناسی چرخ کارسنج	۱۴۱	ورزشی با شدت بیشینه
۱۳۰	آزمون نوارگردان غیرموتوری (مکانیکی)		

فصل ششم عملکرد ریوی ۱۴۷

۱۴۸	مقدمه		پاسخ تهویه دقیقه‌ای به افزایش
۱۴۸	ساختار و مکانیک	۱۵۳	تقاضای متابولیک
۱۴۸	ریه	۱۵۹	جنبش شناسی تهویه (پویایی تهویه)
۱۴۹	راه هوایی و حبابچه	۱۶۲	کنترل تهویه
	مقاومت دستگاه تنفسی، اتساع پذیری		آیا عملکرد ریوی با فعالیت ورزشی
۱۴۹	و قابلیت ارتجاعی	۱۶۳	محدود می‌شود؟
۱۵۱	عملکرد ریه‌ها در زمان استراحت	۱۶۵	سازگاری با تمرین
۱۵۲	عملکرد ریوی در طول ورزش	۱۶۶	تفاوت‌های جنسیتی
۱۵۲	اندازه‌گیری		

۱۷۲	مقدمه	۱۸۱	عملکرد قلبی عروقی در زمان استراحت
	یکپارچه‌سازی برون‌ده قلبی، حجم	۱۸۱	حجم ضربه‌ای در زمان استراحت
۱۷۲	ضربه‌ای و ضربان قلب	۱۸۲	ضربان قلب استراحتی
۱۷۴	اندازه‌گیری برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای	۱۸۳	برون‌ده قلبی در حالت استراحت
۱۷۵	روش‌های تهاجمی	۱۸۴	عملکرد قلبی عروقی طی فعالیت ورزشی
۱۷۶	روش‌های غیر تهاجمی	۱۸۴	پاسخ حجم ضربه‌ای به فعالیت ورزشی
۱۷۹	اندازه بدن و عملکرد قلبی	۱۹۰	پاسخ ضربان قلب به فعالیت ورزشی
	ارتباط بین متغیرهای قلبی عروقی و	۱۹۳	پاسخ برون‌ده قلبی به فعالیت ورزشی
۱۷۹	اندازه بدن	۱۹۴	تمرین پذیری عملکرد عروقی

۲۰۱	حداکثر یا اوج اکسیژن مصرفی؟		فعالیت جسمانی روزمره و اوج
	تعیین اوج اکسیژن مصرفی یا اکسیژن	۲۱۷	اکسیژن مصرفی
۲۰۲	مصرفی اوج	۲۱۸	روند تغییرات نسلی و اوج اکسیژن مصرفی
۲۰۵	اوج اکسیژن مصرفی و سن	۲۲۰	لاکتات خون
۲۰۹	اوج اکسیژن مصرفی و رشد	۲۲۱	سنجش غلظت لاکتات خون
۲۱۲	اوج اکسیژن مصرفی و بلوغ	۲۲۳	آستانه‌های لاکتات خون و مقادیر مرجع
۲۱۳	اوج اکسیژن مصرفی و جنسیت		پاسخ‌های لاکتات خون به فعالیت ورزشی
		۲۲۴	در ارتباط با جنسیت، سن و بالیدگی

۲۳۲	مقدمه	۲۴۱	تعیین سطح شدت فعالیت ورزشی
۲۳۳	اصول جنبش‌شناسی جذب اکسیژن	۲۴۲	فاز ۱
۲۳۳	حوزه‌های شدت‌های فعالیت ورزش	۲۴۳	شدت متوسط
۲۳۴	مدل پاسخ جنبشی جذب اکسیژن		فعالیت ورزشی با شدت سنگین و
۲۳۶	ارزیابی پاسخ جنبشی جذب اکسیژن	۲۴۷	خیلی سنگین
۲۴۱	پاسخ جنبشی جذب اکسیژن در کودکان	۲۵۲	فعالیت ورزشی شدید

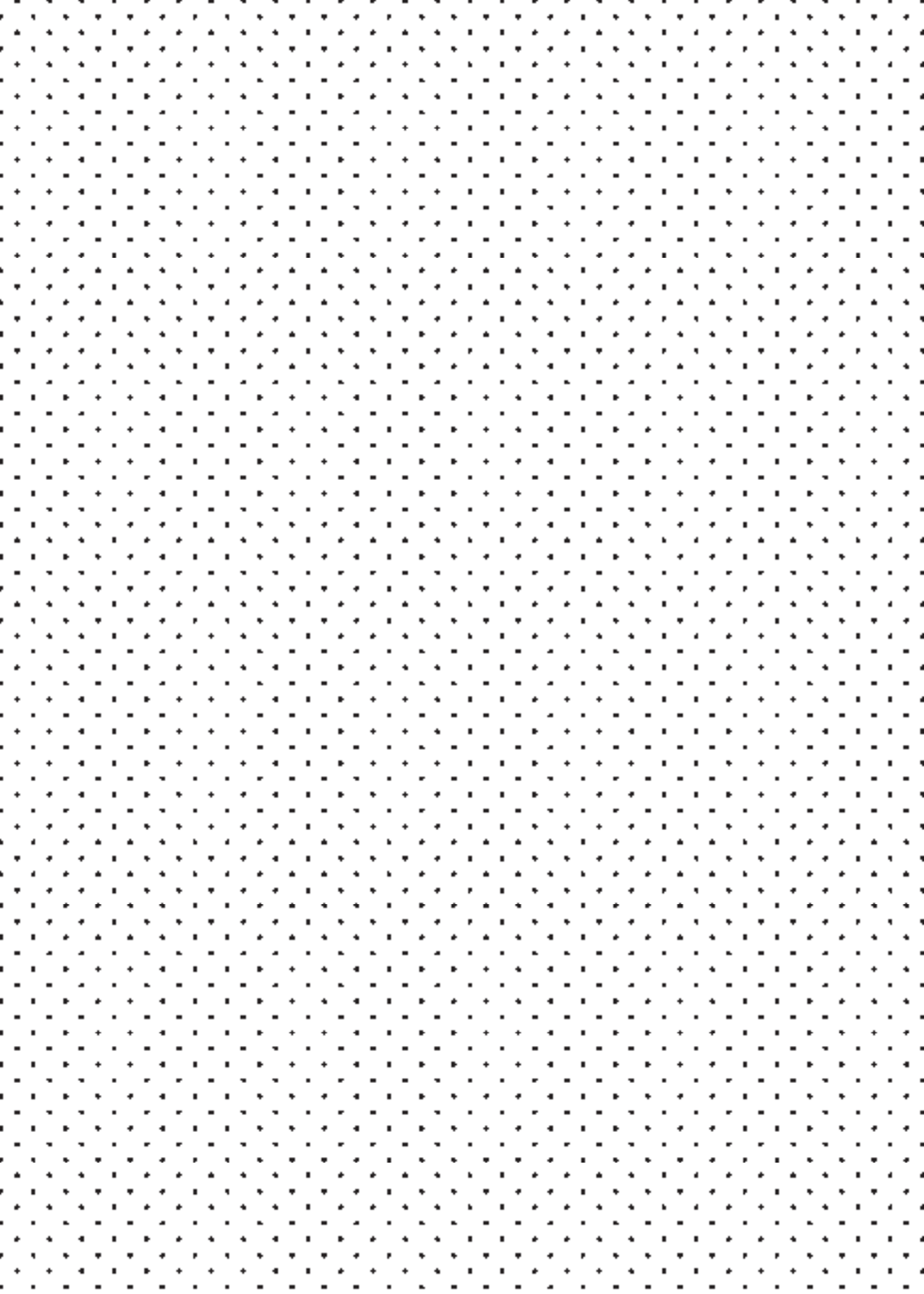
۲۶۹	دوره طلایی؟	۲۵۸	مقدمه
۲۷۱	پاسخ کند	۲۵۹	طرح‌های پژوهشی
۲۷۱	اثر پایه‌ای	۲۶۰	قدرت عضله
۲۷۲	اثرات شدت تمرین	۲۶۱	ایمنی
۲۷۴	اثرات جنسیت	۲۶۲	افزایش در قدرت
۲۷۵	عملکرد بی هوازی	۲۶۳	تغییر در اندازه عضله
۲۷۵	برونده توان کوتاه مدت	۲۶۵	تغییرات نورولوژیکی
۲۷۶	متابولیسم بی هوازی	۲۶۷	ویژگی‌های تمرین مقاومتی
		۲۶۹	آمادگی هوازی

۲۸۸	دمای مرکزی پایدار	۲۸۴	مقدمه
۲۹۰	منطقه خنثی حرارتی	۲۸۴	مفهوم تعادل حرارتی
۲۹۰	تنظیم حرارتی در خارج از منطقه خنثی	۲۸۴	سوخت و ساز (متابولیسم)
۲۹۱	پاسخ‌های فیزیولوژیکی به دماهای بالا	۲۸۵	هدایت
۳۰۱	پاسخ‌های فیزیولوژیکی به دماهای پایین	۲۸۶	تبخیر
۳۰۳	سازش‌پذیری و اقلیم‌پذیری	۲۸۶	جابجایی
۳۰۴	استراتژی‌ها گرمایی	۲۸۷	تشعشع
۳۰۸	تعادل مایعات بدن	۲۸۸	کار
۳۱۲	راه حل‌های عملی برای نوشیدن	۲۸۸	ذخیره گرمایی

۳۲۶	دسته‌بندی تصویری مقیاس‌های درک تلاش	۳۱۸	مقدمه
۳۲۶	نسخه‌های تصویری CERT		ارزیابی و ایجاد تلاش (الگوهای فعال و غیر فعال)
۳۳۱	مقیاس OMNI	۳۲۰	
۳۳۴	مقیاس‌های تصویری جدیدتر	۳۲۰	مشکلات ارزیابی درک فشار
۳۳۶	ملاحظات روش شناسی		پیشرفت مقیاس‌های درجه بندی
۳۳۶	نقطه مرجع درک فشار	۳۲۱	ویژه کودکان
۳۳۷	مقایسه الگوهای تجربی متفاوت	۳۲۲	مشتقات مقیاس درجه‌بندی تلاش کودکان
		۳۲۴	پژوهش‌های تأییدی برای مقیاس ۱-۱۰

۳۴۴	سیستم انرژی بی هوازی	۳۴۴	مقدمه
۳۴۴	قدرت عضلات	۳۴۴	ورزشکاران جوان
۳۴۵	انتخاب ورزش‌ها	۳۴۵	تمرین کردن
۳۴۶	سه گانه‌ی بانوان ورزشکار	۳۴۶	نمو
۳۴۶	اختلالات مربوط به تغذیه	۳۴۶	قامت
۳۴۸	آمنوره	۳۴۸	ترکیب توده بدن
۳۵۰	پوکی استخوان	۳۵۰	جثه
۳۵۱	آسیب‌های ورزشی	۳۵۱	بالیدگی زیستی (بیولوژیکی)
۳۵۴	آسیب ورزش‌های غیر تماسی	۳۵۴	عملکرد جسمانی
۳۵۴	آسیب ورزش‌های تماسی	۳۵۴	سیستم انرژی هوازی

۳۷۴	پوکی استخوان	۳۷۴	مقدمه
۳۷۴	سلامت روانی	۳۷۴	راهنمای فعالیت‌های جسمانی
۳۷۴	فعالیت‌های بدنی و تناسب اندام	۳۷۴	کودکان و نوجوانان
۳۷۵	فعالیت‌های بدنی و دیگر سبک‌های زندگی	۳۷۵	گسترش کم تحرکی
۳۷۶	خط سیر فعالیت‌های بدنی و بی تحرکی	۳۷۶	اساس رهنمون‌های فعالیت جسمانی
۳۸۰	دلایل کمبود شواهد در مورد رابطه‌ی	۳۸۰	رابطه‌ی بین فعالیت جسمانی و سلامتی
۳۹۳	بین فعالیت بدنی و سلامتی	۳۸۰	عوامل خطر برای بیماری‌های قلب
۳۹۴	نکات کلی	۳۸۰	و عروق



فصل اول

رشد و بلوغ

Adam, D. G., Baxter-Jones, and Lauren, B., Sherar

فهرست مطالب فصل

اهداف یادگیری / ۱۳	وضعیت قاعدگی / ۲۸
مقدمه / ۱۴	مشخصات جنسی ثانویه / ۲۹
طرح پژوهشی / ۱۵	شاخص‌های هورمونی بلوغ رابطه‌ی بین شاخص‌های
رشد / ۱۶	تنظیم رشد و بلوغ / ۳۲
ابعاد بدن و نسبت آنها / ۱۶	بلوغ وابسته به تغ‌یر در اندازه و عملکرد بدن / ۳۴
قامت / ۱۷	اهمیت کنترل بلوغ بیولوژیکی / ۳۶
توده بدن / ۱۹	خلاصه / ۳۷
تناسب‌های بدن / ۲۰	نکات کلیدی / ۳۸
کنترل بلوغ بیولوژیکی / ۲۱	مراجع / ۴۰
سن اسکلتی / ۲۲	مطالعات بیشتر / ۴۰
سن اوج سرعت قد / ۲۳	

اهداف یادگیری

بعد از مطالعه این فصل می‌توانید:

۱. رشد، بلوغ و تکامل کودکان را توصیف نمایید.
۲. تفاوت بین طرح تحقیقاتی طولی، مقطعی و ترکیبی را درک کنید.
۳. منحنی‌های فاصله و سرعت را برای قد، توده بدن و نسبت آن‌ها تفسیر نمایید.
۴. تغییرات رشد را در قد، توده بدن نسبت به بدن توصیف کنید.
۵. درک این موضوع که چرا کنترل بالیدگی زیستی در مطالعات کودکان حائز اهمیت است.
۶. مشخص کردن سن اوج سرعت قد بر اساس داده‌های طولی.
۷. مزیت‌ها و معایب شاخص‌های مختلف بلوغ را در کنترل بلوغ بیولوژیکی توصیف نمایید.
۸. برخی از تنظیم‌کننده‌های کلیدی رشد و بلوغ را فهرست نمایید.
۹. برخی تفاوت‌ها در رشد و عملکرد را در میان مراحل مختلف بلوغی شرح دهید (مثل ابتدا، اواسط و انتهای بلوغ).
۱۰. تفاوت‌های جنسیتی را در رشد و بلوغ توضیح دهید.

فیزیولوژی ورزشی کودکان، واکنش‌های کوتاه مدت و بلند مدت کودکان و نوجوانان را به فعالیت ورزشی و یا فعالیت فیزیکی بررسی می‌نماید. عملکردهای فیزیولوژیکی و پارامترهای مورفولوژیکی مانند حجم قلب، عملکرد ریه‌ها، توان هوازی و قدرت عضلانی با افزایش سن و اندازه بدن پیشرفت می‌کنند. علاوه بر این، آمادگی بدنی (مثل آمادگی عضلانی، حرکتی و آمادگی قلبی - تنفسی) نیز با رشد و بلوغ تغییر می‌کند. به همین دلیل، تغییرات در رشد و بلوغ کودک تاثیر عمیقی بر جنبه‌های فعالیت فیزیکی، تناسب و عملکرد فیزیکی دارد. یک دانشجو برای فهم کامل فیزیولوژی ورزش کودکان، به درک کاملی از اصول عمومی بلوغ و رشد کودکان نیاز دارد که به آن واژه «آکسولوژی»^۱ اطلاق می‌شود. رئوس مطالب این فصل، مفاهیم بنیادی از رشد و بلوغ و برخی از شاخص‌های احتمالی بلوغ بیولوژیکی را بررسی می‌نماید که می‌توانند برای کنترل اثرات مختل کننده رشد و بلوغ مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های رشد، بلوغ بیولوژیکی و تکامل اغلب به صورت مترادف در متون علمی کودکان، به کار می‌روند. اگر چه این واژه‌ها به هم مرتبط می‌باشند، اما این مفاهیم نسبت به هم، تفاوت‌های معنایی و بنیادی دارند. رشد به تغییر در اندازه یک فرد به عنوان کل یا یک بخش اشاره دارد. همان‌طور که کودک رشد می‌کند، بلند قدتر و سنگین‌تر می‌شوند، بافت‌های چربی و بدون چربی افزایش می‌یابد و اندازه‌ی اندام‌هایش بزرگ می‌شود. تغییر در اندازه، نتیجه‌ی سه فرایند سلولی است: ۱. افزایش در تعداد سلول‌ها^۲، ۲. افزایش در اندازه‌ی سلول‌ها^۳، ۳. افزایش در مواد درون سلولی^۴. هر سه مورد در طی رشد رخ می‌دهند اما برتری یک فرایند نسبت به بقیه با سن زمانی و بافت درگیر تغییر می‌کند. (مالینا^۵ و همکاران، ۲۰۰۴) بلوغ به عنوان یک فرایند بالیده شدن، یا پیشروی نسبت به حالت رشد توصیف شده است (مالینا و همکاران، ۲۰۰۴). فرایند بالغ شدن دو مؤلفه دارد، تنظیم زمان^۶ و سرعت^۷. تنظیم زمانی به رویدادهای ویژه بلوغ اطلاق می‌شود مانند سنی که چرخه قاعدگی رخ می‌دهد، سن آغاز نمو سینه، سن پیدایش موی زهاری، یا سن رشد حداکثر قد در طی جهش رشد نوجوانی (سرعت اوج قد^۷). تنظیم سرعت، به سرعت پیشرفت بلوغ، اطلاق می‌شود (چگونگی سرعت یا کندی اولیه بلوغ یک فرد از مراحل جنسی به مرحله بالغ شدن). بلوغ در تمام سیستم‌های بیولوژیکی بدن رخ می‌دهد، اما میزان آن متفاوت است. بنابراین، زمان و سرعت بلوغ به نسبت میزان بلوغ بیولوژیکی به طور چشم‌گیری در بین کودکان با سن مشابه، متفاوت می‌باشد. تکامل، به فراگیری رفتارهای مناسب اطلاق می‌شود (یادگیری رفتارهای مناسب مورد انتظار جامعه) و از ویژگی فرهنگی محسوب می‌شود. همان‌طور که کودک، زندگی را در منزل، مدرسه، کلیسا، ورزشگاه، تفریح و فعالیت‌های اجتماعی دیگر تجربه می‌کند، به لحاظ اجتماعی، احساسی، اخلاقی، معرفتی و امثال آن نیز پیشرفت می‌کند. کودکان و نوجوانان رفتارهای متناسب با فرهنگ را آموزش می‌بینند. تکامل، همچنین از دیدگاه بیولوژیکی نیز استدلال می‌شود. در این جا، تکامل به فرایندهای تمایز و تخصصی

1. Auxology

2. Hyperplasia

3. Accretion

4. Malina

5. Timing

6. Tempo

7. Peak height velocity

شدن که در دوره جنینی رخ می‌دهد، اطلاق می‌شود. به جز در زندگی دوره جنینی، اصطلاح تکامل به طور مکرر در ادبیات رفتاری دیده می‌شود و اگر چه این بخش مهمی می‌باشد اما به جزئیات آن در این کتاب پرداخته نخواهد شد.

مهم است تایید کنیم که رشد، بلوغ و تکامل، به طور هم‌زمان و در تقابل با هم رخ می‌دهند. هر چند، ممکن است در خط زمانی یکسانی نباشند. یک شخص جوان می‌تواند از نظراحساساتی و اجتماعی تکامل یابد، اما در بلوغ بیولوژیکی تاخیر داشته باشد، یا بالعکس. در ادبیات، رشد و تکامل که منجر به بلوغ می‌شوند، به سه مرحله تفکیک می‌شوند. دوره پیش از تولد، کودکی و نوجوانی. دوره‌ی زندگی پیش از تولد، برای زندگی بهتر در دوره کودکی اهمیت حیاتی دارد. هر چند، این موضوع در این فصل بررسی نمی‌شود و این بحث بر دو دهه اول زندگی پس از تولد تمرکز خواهد نمود. واژه‌های نوجوانی و بلوغ، به طور مکرر در ادبیات کودکان به کار می‌روند که مراحل بعدی از رشد و بلوغ می‌باشند و اغلب تمایز واضحی در تعاریف آن‌ها وجود ندارد. تعدادی از نویسندگان، نوجوانی را به تغییرات فیزیولوژیکی منسوب می‌کنند و بلوغ را به تغییرات فیزیکی ارجاع می‌دهند. با این حال اکثر پژوهشگران این واژه‌ها را به جای یکدیگر استفاده می‌کنند و در این کتاب، نوجوانی مترادف با دهه اول زندگی به کار برده می‌شود.

طرح پژوهشی

بیشتر پژوهش‌ها در زمینه‌ی رشد کودکان، به صورت مقطعی هستند. مطالعات مقطعی، به اندازه‌گیری‌های افراد با سن تقویمی متفاوت می‌پردازد. مطالعات مقطعی جذاب بوده و می‌توانند به سرعت انجام شوند و مجموعه زیادی از کودکان را در بر گیرند. متأسفانه، مطالعات مقطعی صرفاً تصویر ثابتی از متغیرهای جمعیت در متغیرهای رشد ارائه می‌دهند و اطلاعات اندکی در مورد الگوهای رشد فردی در طول زمان، فراهم می‌نمایند. اکثر تحقیقات در زمینه رشد، به صورت طرح طولی انجام شده است. یک طرح طولی مطلق، موضوعات یکسان را در طول زمان می‌سنجد و بخش یا کل الگوی رشد یک فرد را مشخص می‌کند. یک طرح طولی مطلق جایی است که یک گروه از کودکان در یک سال خاص متولد می‌شوند و به طور پیوسته و حداقل در سه بخش مجزا ارزیابی می‌شوند. یک توافق بین طرح طولی و مقطعی عرضی، طرح طولی ترکیبی است. در این طرح یا تعدادی از مطالعات طولی نسبتاً کوتاه بهم می‌پیوندند و کل محدوده سنی را در بر می‌گیرند (مثل ۱۰-۸ سال، ۱۱-۹ سال، ۱۳-۱۰ سال و غیره)، یا برخی افراد به طور مکرر سنجیده می‌شوند و بقیه فقط یکبار سنجش می‌شوند. در هر دو مورد، اطلاعاتی در مورد وضعیت و سرعت رشد فراهم می‌شود. هر چند برای تفسیر داده‌ها به تکنیک‌های آماری سطح بالا نیاز است، تا این‌که داده‌ها به دقت تفسیر شوند. (به جدول ۲ مراجعه شود).

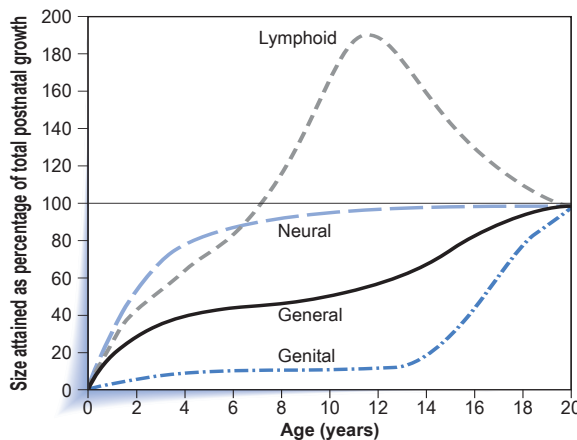
مزیت طرح‌های طولی نسبت به مقطعی این است که در این طرح‌ها تغییرات درون گروهی می‌تواند به راحتی بدست آید و سپس زمان و سرعت الگوی رشد فرد، شناسایی می‌شود. در هنگام تحقیق طولی، مهم است به یاد داشته باشیم که دو اندازه‌گیری مجزا در یک دوره زمانی داده‌های طولی را تشکیل نمی‌دهند،

داده‌های طولی صحیح حداقل باید در سه مرحله اندازه‌گیری شوند. متأسفانه، تحقیقات طولی اغلب برای تحقیق ورزشی، غیر عملی است، چون این فرایند هم برای شرکت‌کننده‌ها و هم پژوهشگران دشوار، پرهزینه و زمان‌بر، می‌باشد. این بدان معنی است که قسمت اعظم دانش در مورد علم ورزشی کودکان براساس تحقیقات مقطعی می‌باشد.

رشد

ابعاد بدن و نسبت آن‌ها

بخش‌های مختلف بدن با سرعت و زمان‌های متفاوتی رشد می‌کنند. اسکامون^۱ (۱۹۳۰) پیشنهاد کرده است که تمام بافت‌ها و سیستم‌ها از چهار الگوی رشد پیروی می‌کنند: ۱. عصب شناسی (مثل مغز و سر) ۲. تناسلی (مثل اندام‌های تناسلی) ۳. عمومی (مثل اندازه قلب، پیکر) و ۴. لنفاوی (مثل غده‌های لنفی، لوزه‌ها، آپاندیس). الگوهای رشد در شکل ۱-۱ نشان داده شده‌اند.



شکل ۱-۱ منحنی‌های رشد بخش‌ها و بافت‌های مختلف بدن اسکامون. اندازه بدست آمده در تمام منحنی‌ها، درصدی از کل بدست آمده از تولد تا ۲۰ سالگی هستند. اندازه‌ها در مقایس عمودی در ۲۰ سالگی، ۱۰۰ درصد است. (Scammon, ۱۹۳۰).
با اجازه از دانشگاه Minnesota press

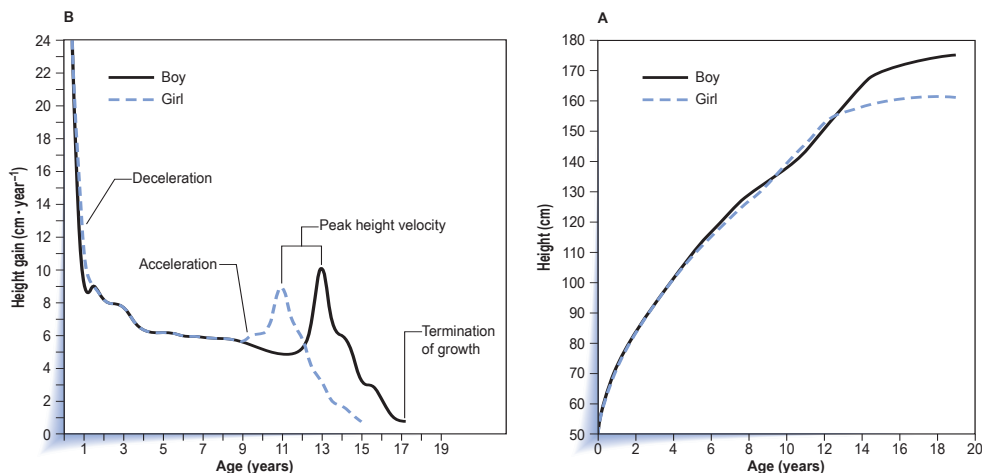
داده‌های نشان داده شده نسبی هستند و اندازه‌های بدست آمده به وسیله هر نوع بافت و در هر سنی حاکی از درصدی از کل افزایش از تولد تا ۲۰ سالگی (۱۰۰٪) بیان شده است. رشد مغز و سر از آغاز تولد سریع‌تر از همه است، از حدود هفت سالگی رشد آن ثابت است و جهش ضعیفی در طی نوجوانی دارد. تا دو سالگی، مغز و سر تقریباً به ۵۰٪ اندازه بزرگسالی می‌رسند، و تا ۸-۱۰ سالگی به اندازه کامل بزرگسالی می‌رسند. منحنی اندام‌های تناسلی شامل مشخصات اولیه جنسی (مثل رحم، واژن، لوله‌های فالوپ در زنان، پروستات و وژیکول‌های نطفه در مردان) و مشخصات جنسی ثانویه (مثل پستان در زنان، موی صورت در مردان، و موی زهاری و زیر بغلی در هر دو جنس) است. منحنی تناسلی، رشد یکسانی در طی طفولیت دارد که با رشد اندک در طی کودکی ادامه می‌یابد. تا ۱۲ الی ۱۵ سالگی اندام‌های تناسلی فقط ۱۰٪ اندازه بزرگسالی شان هستند. در طی نوجوانی، (سن بلوغ) رشد سریعی در بافت‌های تناسلی وجود دارد. منحنی عمومی رشد شامل بسیاری از بافت‌ها و سیستم‌ها در بدن از قبیل بافت اسکلتی،

سیستم تنفسی و سیستم گوارشی است. منحنی رشد از منحنی سیگموئیدی رشد یا S شکل پیروی می‌کند. شکل S یک رشد سریع در اوایل نوجوانی و تقریباً مسطح در اواخر نوجوانی را منعکس می‌کند. در ۱۰ الی ۱۲ سالگی، کودکان به ۸۴ درصد قد بزرگسالی شان می‌رسند. بافت‌های لنفاوی همراه با ظرفیت‌های ایمنی کودک، منحنی رشد متفاوتی از بدن نشان می‌دهد. افزایش قابل توجهی در اندازه بافت لنفاوی تا سال‌های اولیه نوجوانی (تقریباً ۱۱ تا ۱۳ سالگی) وجود دارد. اندازه نسبی این بافت‌ها سپس در طی سن بلوغ شدیداً کاهش می‌یابد که احتمالاً ناشی از تنظیم مثبت هورمون‌های جنسی در طی این دوره می‌باشد. رشد در دوران کودکی و نوجوانی در صفحات دیستال تا پروگزیمال رخ می‌دهد. برای مثال، ابتدا در دست‌ها و پاها رشد سریع‌تر می‌باشد، که با ساق پا و ساعد، لگن‌ها و قفسه سینه، و در نهایت با شانه‌ها دنبال می‌شود. بنابراین در این دوران، ممکن است مرحله ای وجود داشته باشد که تصور کنند که دست‌ها و پاهای بزرگی نسبت به بقیه اعضا بدن خود دارند. اما، اگر جهش نوجوانی پایان یافته باشد، دست‌ها و پاها نسبت به بازوها، ساق پا و قدشان کمی کوچک‌تر هستند. قسمت اعظم ابعاد بدن به استثنای بافت چربی زیر پوستی و ابعاد سر و صورت، از یک الگوی رشد مشابه با الگوی رشد قد پیروی می‌کنند. بنابراین تغییرات گسترده‌ای در هنگام جهش رشد روی می‌دهد. از کودکی تا نوجوانی اندام‌های پایین‌تر (پاها) سریع‌تر از بخش‌های بالاتر بدن (تنه) رشد می‌کنند. در طی جهش رشد نوجوانی، پاها جهش رشد را زودتر از تنه تجربه می‌کنند. بنابراین، برای یک مرحله در اوایل نوجوانی، یک نوجوان پاهای نسبتاً بلندی خواهد داشت، اما ظهور پاهای بلند با افزایش بعدی در طول تنه ناپدید می‌شود. تفاوت‌های جنسیتی در طول پاها و قد نشسته در حین کودکی اندک می‌باشد. برای یک زمان کوتاه، در طی بخش اولیه نوجوانی، دختران به طور متوسط اندکی طول پای بلندتری نسبت به پسران دارند. طول ساق پای پسران، نسبت به دختران از حدود ۱۲ سالگی بیشتر می‌شود. دوره طولانی‌تر رشد قبل از نوجوانی در پسران کاملاً نشانه این حقیقت است که پاهای مردان از پاهای زنان نسبت به طول تنه، بلندتر است.

قامت

قد ایستاده یا قامت یک اندازه‌گیری خطی فاصله از کف یا سطح ایستاده، تا بالای فرق سر است و اکثراً به عنوان شاخص رشد جسمی و به علت آسان بودن نسبی اندازه‌گیری آن استفاده می‌شود. اصطلاح‌های قد و قامت در متون علمی کودکان و در این کتاب به صورت مترادف به کار می‌روند. قامت از قد نشسته (فاصله از سطح نشسته تا بالای سر) و طول پا، یا طول زیر استخوان خاجی (فاصله بین مفصل لگن و کف پا) تشکیل شده است. اغلب تشخیص مفصل لگن به عنوان نشانه و یک علامت دقیق مشکل می‌باشد. بنابراین طول پا از تفریق کردن قد نشسته از قد ایستاده محاسبه می‌گردد. قامت در طی مدت روز تغییر می‌کند. در صبح بلندتر است و در کل روز کاهش می‌یابد. کاهشی که در طی روز رخ می‌دهد به دلیل متراکم شدن و فشرده شدن دیسک‌های بین مهره‌ای به دلیل تحمل وزن می‌باشد. تغییرات روزانه ممکن است به اندازه یک سانتی‌متر یا بیشتر باشد (مالینا و همکاران، ۲۰۰۴).

با بهم پیوستن داده‌های قد افراد در سن‌های متوالی، یک نمودار فاصله‌ای ایجاد می‌شود که قد بدست آمده در هر سن را توصیف می‌کند. یک مثال در شکل ۱-۲ الف نشان داده شده است. این نوع گراف به نام منحنی فاصله‌ای قد، یا منحنی قد برای سن نامیده شده است. وقتی این نمودارها تفسیر می‌شوند، مهم است که به یاد داشته باشیم اگر چه منحنی در شکل ۱-۲ الف در ظاهر تا اندازه‌ای ملایم است، اما رشد یک فرایند مداوم نیست. اگر اندازه‌گیری‌ها در هر شش ماه انجام شوند (هر دو هفته یک بار)، شخص می‌بیند که رشد واقعاً به صورت جهش‌های ناگهانی کوتاه مدت و دوره‌های بدون رشد (ایستا) رخ می‌دهد. همچنین، رشد یک فرایند خطی نیست و افراد به مقدار یکسان در هر سال تقویمی رشد نمی‌کنند. برای مثال، یک رشد نسبتاً سریع در طفولیت، رشد ثابتی در کودکی و رشد سریعی در نوجوانی وجود دارد و همان‌طور که فرد به بلوغ می‌رسد رشد آهسته می‌شود (منحنی S شکل). این الگوهای سرعت رشد وقتی سرعت (یا نرخ) رشد به صورت نمودار مشخص می‌شود، یک منحنی بوجود می‌آید که رشد را بهتر منعکس می‌کند. یک نمونه از منحنی سرعت قد در شکل ۱-۲ ب نشان داده شده است. منحنی سرعت رشد، وضعیت رشد کودک را در زمان خاص، نسبت به منحنی فاصله‌ای بهتر منعکس می‌نماید (شکل ۱-۲ الف). در طول اولین سال زندگی، کودکان با سرعت زیاد و تقریباً ۲۵ سانتی‌متر در سال رشد می‌کنند. در طی نیمه اول سال، سرعت ممکن است حتی سریع‌تر هم صورت گیرد (در حدود ۳۰ سانتی‌متر در سال). در سال دوم زندگی رشد ۱۲-۱۳ سانتی‌متر دیگری در قامت وجود دارد، به طوری که تا سن ۲ سالگی، کودک به حدود ۵۰ درصد قد بزرگسالی دست می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد قبل از شروع اوج سرعت قد کاهش یکنواختی را تا میزان حدوداً ۶-۵ سانتی‌متر در سال دارد. اوج سرعت قد به حداکثر میزان رشد در قامت در طی دوره رشد نوجوانی اطلاق می‌شود. (دختران، بطور میانگین به اوج سرعت قد، تقریباً دو سال زودتر از پسران می‌رسند، شروع اوج سرعت قد آن‌ها بین سال‌های ۱۱/۳ و ۱۲/۲ سالگی می‌باشد. سنین مشابه برای پسران، ۱۲/۱ - ۱۰/۰ سالگی و ۱۴/۴ - ۱۳/۳ سالگی می‌باشد. (مالینا و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین تمایز دیگری همراه با افزایش کم‌تر در سرعت رشد، معمولاً بین سنین ۶/۵ و ۸/۵ سالگی وجود دارد. شکل (۱-۲ ب) که به آن جهش جوانی یا میان - رشدی می‌گویند. بطور میانگین، مردان پس از رسیدن به قد نهایی در بزرگسالی معمولاً ۱۳ سانتی‌متر بلندتر از زنان می‌باشند. تا شروع اوج سرعت قد تفاوت‌های جنسی در قد اندک می‌باشد. سپس، پسران در طی دوران نوجوانی، به قد بلندتری می‌رسند. به‌ویژه اینکه، پسران نسبت به دختران، بطور میانگین رشد پیش از نوجوانی را در حدود دو سال بیشتر تجربه می‌کنند که به طور تقریبی پنج سانتی‌متر در هر سال می‌باشد. این مقدار در حدود ۱۰ سانتی‌متر در رشد می‌باشد که دختران آن را تجربه نمی‌کنند. همچنین پسران، اندکی بیشتر به اوج سرعت قد می‌رسند (به طور میانگین ۲ سانتی‌متر). هر دو تفاوت رشدی موجب می‌شود که مردان، بطور متوسط، قد بلندتری در بزرگسالی داشته باشند و رشد قد دختران در حدود ۱۶ سالگی و رشد قد پسران در حدود ۱۸ تا ۱۹ سالگی متوقف می‌گردد. هر چند، این سنین ممکن است که کاملاً صحیح نباشد و بسیاری از مطالعات رشد، اظهار دارند که رشد در ۱۷ یا ۱۸ سالگی متوقف می‌شود، در حالی که می‌دانیم بسیاری از افراد تا اوایل یا اواسط بیست سالگی به رشد ادامه می‌دهند.



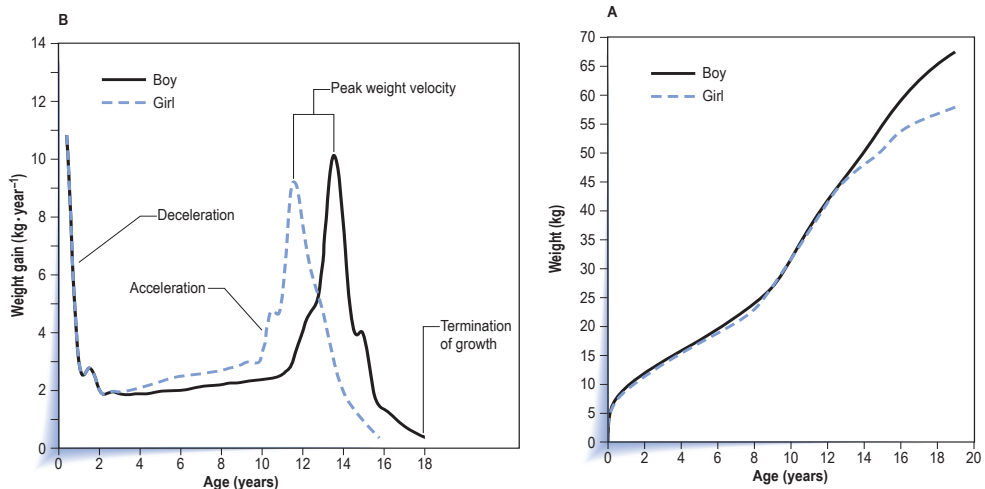
شکل ۱-۲ رشد قد پسر و دختر معمولی بین ۳ و ۱۸ سالگی. **A**: نمودار قد برای داده‌های سنی را نشان می‌دهد (منحنی فاصله‌ای). **B**: نمو سالانه قد را نشان می‌دهد (منحنی سرعت) (داده‌ها از مالینا و همکارانش، ۲۰۰۴).

منحنی رشد قد (شکل ۱-۲) بازتابی از الگوهای رشد بدست آمده در تمام کودکان سالم را نشان می‌دهند که در محیط طبیعی زندگی می‌کردند. همان‌طور که ذکر شد، سرعت رشد قد در افراد به طور مطلق (قد بزرگسالی) و زمان جهش رشد نوجوانی، متمایز هستند. هر چند برای رسیدن به قد نهایی معین شده، هر فرد الگوی مشابهی از رشد انسان را نشان خواهد داد.

توده بدن

توده بدن، ترکیبی از بافت‌هایی همچون بافت چربی و بافت بدون چربی را شامل می‌شود که رشد آن در سرعت‌ها و زمان‌های متفاوت رخ می‌دهد. تغییرات در توده بدن می‌تواند ناشی از تغییر در توده چربی یا توده بدون چربی یا حتی تغییر در آب بدن باشد (از دست دادن آب یا بدست آوردن بیش از حد آب). سهم نسبی و توزیع چربی به سن، جنس و عوامل دیگر زیست محیطی و ژنتیکی بستگی دارد. توده بدن بسیار حساس است و در اندازه‌گیری‌ها ثابت نیست، لذا می‌تواند از روزی به روز دیگر به علت تغییرات اندک در ترکیب بدن تغییر نماید. بنابراین، توده بدنی نیز همانند قد، در طول شبانه روز متغیر می‌باشد. لذا افراد در صبح بعد از خالی کردن مثانه سبک ترند. در طول روز، وزن بدن افزایش می‌یابد که تحت تاثیر رژیم غذایی و فعالیت فیزیکی می‌باشد. مرحله سیکل قاعدگی در دختران بالغ نیز می‌تواند وزن بدن را تحت تاثیر قرار دهد. منحنی میانگین سرعت و فاصله برای پیشرفت توده بدن در مردان و زنان در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. همان‌طور که با پیشرفت قد دیده می‌شود (شکل ۱-۲) توده بدن از یک الگوی چهار مرحله‌ای رشد پیروی می‌نماید: رشد سریع در طفولیت و اوایل کودکی، افزایش نسبتاً ثابت در اواسط کودکی، افزایش سریع در دوران نوجوانی و معمولاً یک افزایش کندتر در بزرگسالی. در طول سال اول زندگی، توده بدن دو برابر می‌شود و تا انتهای سال دوم چهار برابر می‌شود. اکثر کودکان، کمترین نمو سالانه وزن بدن را

حدود ۳-۲ سالگی نشان می‌دهند. از این نقطه تا شروع نوجوانی افزایش سریعی در سرعت پیشرفت وزن بدن وجود دارد. زمان دقیق جهش رشد نوجوانی در وزن بدن معمولاً نسبت به قد شفافیت کمتری دارد. تخمین زده شده است که اوج سرعت وزن بدن بطور طبیعی در پسران ۰/۴-۰/۲ سال بعد از اوج سرعت قد و در دختران ۰/۹-۰/۳ سال بعد از اوج سرعت قد رخ می‌دهد. (آرمسترانگ و ولسمان، ۱۹۹۷). پسران و دختران از الگوی یکسانی در پیشرفت وزن بدن پیروی می‌کنند. قبل از جهش رشد نوجوانی، پسران اندکی سنگین‌تر از دختران هستند. پس از آن، دختران اولین جهش رشد را تجربه می‌کنند و برای مدت اندکی سنگین‌تر می‌شوند. به زودی پسران به جهش رشد نوجوانی‌شان می‌رسند و آن‌ها سنگین‌تر از دختران می‌شوند و به همین صورت باقی می‌مانند. لازم است به یاد داشته باشیم که دامنه طبیعی از تغییرات فردی در توده بدن وجود دارد که منجر به این می‌شود برخی دختران سنگین‌تر از بیشتر پسران در تمام سنین باشند. در پسران، جهش رشد وزن بدن، در ابتدا ناشی از بدست آوردن توده عضلانی و بافت اسکلتی و توده چربی نسبتاً ثابت می‌باشد. دختران نیز افزایش کمتری را در وزن عضلانی و بافت اسکلتی تجربه می‌کنند، اما افزایش مداومی در وزن چربی در طی نوجوانی دارند. افزایش چربی بدن در طی نوجوانی در تغییر ظاهر و به دنبال آن تغییر مرکز ثقل زنان بالغ نقش دارد. این سازگاری‌ها ممکن است بطور معکوس، برخی از فعالیت‌ها مثل ژیمناستیک را تحت تاثیر قرار دهد.



شکل ۱-۳ یک نمونه از رشد توده بدن دختر و پسر با دامنه سنی بین ۳ و ۱۸ سال. **A**: نموداری از توده بدن براساس داده‌های سنی (منحنی فاصله‌ای) را نشان می‌دهد. **B**: افزایش سالانه توده بدن را نشان می‌دهد. (منحنی سرعت). (داده‌ها از مالینا و همکاران، ۲۰۰۴).

تناسب‌های بدن

در طول نوجوانی، دختران و پسران تغییرات بسیار متفاوتی را در شکل بدن تجربه می‌کنند. پسران پهن شدن شانه‌ها را نسبت به لگن‌ها تجربه می‌کنند و دختران پهن شدن لگن‌ها را نسبت به شانه‌ها تجربه

می‌کنند. این تفاوت‌های جنسیتی در حین کودکی آشکار می‌شوند اما در نوجوانی برجسته می‌شوند. در طی جهش رشد نوجوانی، پسران پهنای شانه بیشتری (حدود ۲/۳ سانتی‌متر) بدست می‌آورند، در حالی که دختران پهنای لگن بیشتری (حدود ۱/۲ سانتی‌متر) بدست می‌آورند. پهنای لگن پسران نسبت به دختران در اواخر نوجوانی وسیع‌تر می‌شود (مالینا و همکاران، ۲۰۰۴).

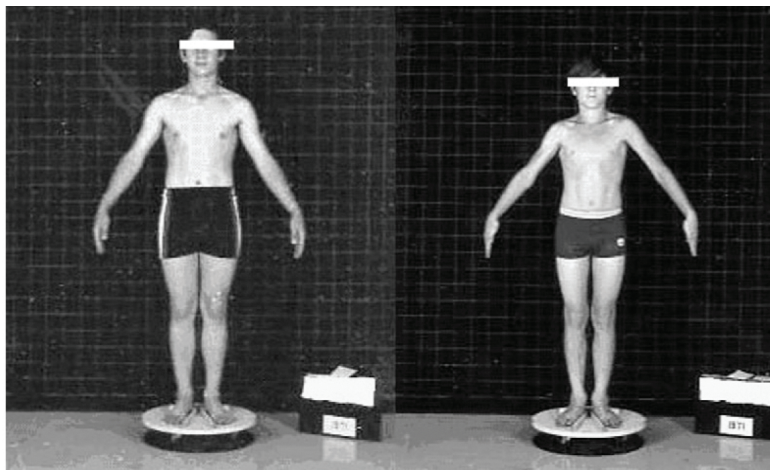
زمان و سرعت این تغییرات در ابعاد بدن ممکن است بر چندین جنبه از عملکردهای فیزیکی اثر چشم‌گیری داشته باشد. افزایش در پهنای شانه می‌تواند منجر به افزایش توده عضله بالا تنه در پسران شود. این یکی از دلایلی می‌باشد که چرا جنسیت، موجب تفاوت قدرت بسیار بیشتر بالا تنه پسران نسبت به پایین تنه شان می‌شود. علاوه بر این، عضله بزرگ‌تر بالاتنه، در ترکیب با بازوهای درازتر می‌تواند توضیح دهد که چرا پسران جوان‌تر، در پرتاب کردن، ورزش‌های راکتی و قایقرانی نسبت به دختران بهتر هستند. دختران به علت پهن شدن نسبی لگن‌ها، تمایل به داشتن مرکز ثقل پایین‌تر دارند که ممکن است به حس تعادل بهترشان کمک کند (آرمسترانگ و ولسمن، ۱۹۹۷).

کنترل بلوغ بیولوژیکی

اغلب در فیزیولوژی ورزش علاقه‌ای به بررسی قابلیت تمرین پذیری کودک یا ارتباط بین فعالیت بدنی و پیامدهای سلامتی آن وجود دارد. اما، در تفسیر این نتایج، باید فرایند رشد و بلوغ طبیعی را قبل از رسیدن به هر گونه نتیجه‌گیری قطعی، در نظر گرفت. اگر شاخص‌های اندازه بدن و بلوغ بیولوژیکی در نظر گرفته شده باشند، کسی نمی‌تواند به طور قطعی اثرات مستقل فعالیت یا تمرین بدنی را بر نتایج آن مشخص کند. بلوغ بیولوژیکی می‌تواند به وسیله وضعیت بلوغ آن‌ها (سن بیولوژیکی) کنترل شود که به ارزیابی بلوغ نیاز دارد. زمانی که چگونگی ارزیابی بلوغ بیولوژیکی را مد نظر قرار می‌دهیم، ابتدا مهم است که بدانیم یک سال از زمان تقویمی معادل یک سال زمان بلوغی نمی‌باشد. با اینکه افراد از مراحل یکسان بلوغ عبور می‌کنند، اما سرعت‌های بلوغی متفاوتی هم دارند که منجر می‌شود کودکان با یک سن تقویمی از درجات بلوغی متفاوتی برخوردار باشند. این موضوع در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. هر دو پسر ۱۴ ساله هستند، اما میزان بلوغشان بطور قابل توجهی متفاوت است. پسری که سمت چپ قرار دارد بلوغ زود رس و سمت راست دیر به بلوغ رسیده است. نکته دوم این است که بدانیم اندازه یک فرد، شاخص دقیقی از بلوغ نیست. مطمئناً در بسیاری از اصطلاحات عمومی اندازه بدن وابسته به بلوغ است و فرد بزرگ‌تر احتمالاً به لحاظ تقویمی مسن‌تر و در نتیجه بالغ‌تر از فرد کوچک‌تر باشد. هر چند به خوبی می‌دانیم که اندازه بدن نمی‌تواند به عنوان شاخصی برای بلوغ محسوب شود. این موضوع که از قد به عنوان شاخص بلوغ استفاده می‌شود، در فصول آتی بحث می‌شود.

از دیدگاه روش شناسی پژوهش، برای تفسیر بلوغ، نیاز به یک شاخص کنترلی می‌باشد. شاخص بلوغ انتخاب شده می‌تواند هرگونه تغییر دائمی و تعریف پذیر در هر بخش بدن باشد که مشخصه پیشرفت بدن از نابالگی به بلوغ می‌باشد (کامرون، ۲۰۰۲)^۱. معمول‌ترین روش‌های مورد استفاده، شامل

ارزیابی سن اسکلتی، مشخصات ثانویه جنسی، وضعیت قاعدگی و یا خصوصیات جسمی می باشد. روش انتخابی بر اساس طرح مطالعاتی متغیر می باشد. هر روش، با محدودیت هایی همراه می باشد، که بطور خلاصه مرور می شوند.



شکل ۴-۱ تصویر دو پسر هم سن از نظر تقویمی (۱۴ ساله). پسر سمت چپ، بالغ زودرس و پسر سمت راست یک بالغ دیر رس می باشد. داده ها از دو فرد اسکاتلندی، که در مطالعه رشد و تکامل از سال ۱۹۷۳-۱۹۶۴ شرکت کردند، بدست آمده است. (میروارلد، ۱۹۷۸)

سن اسکلتی

برای ارزیابی سن اسکلتی نیاز به اشعه ایکس می باشد؛ که معمولاً از دست، میچ دست یا زانو، انجام می شود و تنها روشی است که کل دوره رشد، از تولد تا بلوغ را اندازه می گیرد. در حین زندگی قبل از تولد، استخوان همه کودکان غضروفی می باشد که بعد از تولد و در طی دوره کودکی و نوجوانی به طور کامل به یک اسکلت استخوانی مبدل می شود. بنابراین ارزیابی بلوغ اسکلتی، با توجه به مشاهدات پیشرفت بلوغ یک فرد، بر اساس توسعه اسکلتی بیشتر و مقدار غضروف کمتر نسبت به کودکی خواهد بود که به بلوغ کمتری دست یافته است. ارزیابی سن اسکلتی مستلزم تخمین سطح بلوغ اسکلتی یک کودک در نقطه مشخصی از زمان بر اساس اطلاعات مرجع برای کودکان سالم می باشد. بنابراین، فردی که زود بالغ می شود سن اسکلتی بیشتری در مقایسه با سن تقویمی خود دارد. اگر چه روش های متعددی برای ارزیابی بلوغ اسکلتی وجود دارد؛ دو روش تکنیک اطلس (گرولیک - پیل ۱۹۵۹) و تکنیک امتیاز دهی ویژه استخوان (تانر و همکاران، ۱۹۸۳) در ادبیات علمی نی کاربرد دارند. هر دو تکنیک از دست چپ و میچ دست استفاده می کنند تا سن اسکلتی کودک را تخمین بزنند. هر چند، حائز اهمیت است توجه داشته باشیم که امتیازات ناشی از این دو روش مشابه هم نیستند. تفاوت کامل این روش ها را می توان در کتاب درسی جامع مالینا و کولاگوس^۲ (۲۰۰۴) یافت. در گروه های ۱۶-۱۴ ساله، سن اسکلتی در دامنه بین ۹ تا ۱۶ ساله ها نشان

1. Greulich, Pyle

2. Colleagues

داده شده است، لذا مشهود است که در کودکان، سن اسکلتی همانند سن تقویمی آن‌ها از تغییرات وسیعی برخوردار می‌باشد. (کمپر^۱ و ورسچور^۲، ۱۹۸۱). این تغییرات، موکد این موضوع است که چرا از سن تقویمی مشترکی، به عنوان یک نقطه پایان بلوغ استفاده می‌شود، برای مثال، اینکه همه کودکان کمتر از ۱۲ ساله، در طبقه‌بندی قبل از بلوغ قرار می‌گیرند، نمی‌تواند قابل تصور باشد. اگر چه ارزیابی سن اسکلتی، که به عنوان بهترین شاخص بلوغی در نظر گرفته شده است، خیلی پر هزینه می‌باشد و به تجهیزات و تفسیر خاص نیاز دارد و اصول اخلاقی برای اینکه کودک به طور مکرر در معرض اشعه‌های رادیوترابی‌های قرار بگیرد، باید به دقت مد نظر قرارگیرد. علاوه بر این، مدارکی دال بر تفاوت‌های یک ساله یا بیشتر، بین سن اسکلتی زانو و مچ دست در افراد جوان وجود دارد. سوالاتی وجود دارد که چرا بلوغ اسکلتی دست و مچ، نشان دهنده بلوغ کل اسکلتی و متمایز کننده‌ی بین سن اسکلتی و سن تقویمی می‌باشد.

سن اوج سرعت قد

از مشخصه‌های مهم منحنی رشد قد فرد، کاربرد آن به عنوان شاخص تعیین کننده بلوغ می‌باشد. شایع‌ترین کاربرد آن در مطالعات طولی رشد جسمی کودکان، سن اوج سرعت قد می‌باشد، البته برای شروع اوج سرعت قد و توقف رشد نیز، کاربرد دارد. برای بدست آوردن سن اوج سرعت قد، کل سرعت قد سالیانه (سانتی‌متر در سال) به صورت منحنی مناسبی در نمودار ترسیم می‌شود که برای شناسایی سن، وقتی که سرعت حداکثر در رشد قد رخ می‌دهد، به کار گرفته می‌شود. معمولاً دختران حدود ۱۲ سالگی و پسران در حدود ۱۴ سالگی به اوج سرعت قد می‌رسند. بنابراین زمان این رویداد نسبت به سن تقویمی تغییرات زیادی را نشان می‌دهد. در پژوهشی در انگلستان نشان داده شد که اوج سرعت قد دختران بین ۹/۳ و ۱۵ سالگی و پسران بین ۱۲ و ۱۵/۸ سالگی می‌باشد (مالینا و همکاران، ۲۰۰۴). در ابتدا که سن اوج سرعت قد تعیین شده بود، افراد می‌توانستند به وسیله آن سن بلوغ بیولوژیکی (سالی که به اوج سرعت قد می‌رسند) را با سن تقویمی مطابقت دهند. برای مثال، اگر یک فرد ۱۱/۸ ساله در ۱۳/۸ سالگی به اوج سرعت قد برسد، سن بلوغ بیولوژیکی این فرد منفی دو سال خواهد بود. به همین ترتیب، بلوغ زودرس، متوسط و دیر رس افراد بستگی به سنی دارد که به اوج سرعت قد می‌رسند.

برای درک و کاربرد بهتر سن اوج سرعت قد به عنوان یک شاخص بلوغ، از مثال زیر استفاده شده است (جدول ۱-۱).

برای محاسبه سن اوج سرعت قد یک فرد، لازم است که اندازه‌گیری‌های مکرری از قد و سن فرد به عمل آید. این موضوع در ستون A و B در جدول ۱-۱ نشان داده شده است. سپس باید سال‌هایی که بین اندازه‌گیری قد قبلی و فعلی سپری شده است، ثبت گردد (نمو سن)، که به وسیله تفریق کردن سن در هنگام آزمون قبلی از سن در زمان آزمون کنونی (4A-6A) محاسبه می‌شود.

جدول ۱-۱ • مثال عملی از محاسبه سن اوج سرعت قد

	A	B	C	D	E	F
۱	مسافت			سرعت		
۲						
۳	سن در آزمون (سال)	قد (سانتی‌متر)	افزایش سن (سال)	مرکز سن (سال)	افزایش ساده قد (سانتی‌متر)	افزایش قد در کل سال (سانتی‌متر)
۴	۷/۴۵۰	۱۲۴/۰				(B6 – B4)
۵			A6 – A4	A6 + A4)/2	B6 – B4	(A6 – A4/
۶	۸/۴۰۶	۱۲۸/۵				(B8 – B6)
۷			A8 – A6	A8 + A6)/2	A8 – A6	(A8 – A6)/
۸	۹/۳۸۹	۱۳۳/۰				
۹			۰/۹۴	۹/۸۶	۶/۰	۶/۴
۱۰	۱۰/۳۳۲	۱۳۹/۰				
۱۱			۱/۰۹	۱۰/۸۸	۵/۲	۴/۸
۱۲	۱۱/۴۲۲	۱۴۴/۲				
۱۳			۰/۹۴	۱۱/۸۹	۶/۴	۶/۸
۱۴	۱۲/۳۶۲	۱۵۰/۶				
۱۵			۰/۹۳	۱۱/۸۳	۷/۳	۷/۹
۱۶	۱۳/۲۹۱	۱۵۷/۹				
۱۷			۱/۱	۱۳/۸۴	۱۰/۶	۹/۷
۱۸	۱۴/۳۸۹	۱۶۸/۵				
۱۹			۰/۹۳۲	۱۴/۸۵۵	۳/۳	۳/۵

(a): تعیین سهم نسبی سن اوج سرعت قد (APHV)

$$APHV = \frac{A + VA - (VA - 1)}{[VA - (VA - 1)] + [VA - (VA + 1)]} - 0.5$$

اختصارات:

A: میانگین سنی در سرعت اوج

VA: کل مقدار نمو سالانه قد، در اوج

(VA-1): کل مقدار نمو سالانه قد، یک سال قبل از اوج

(VA+1): کل مقدار نمو سالانه قد، یک سال بعد از اوج

(b) محاسبه ساده تعیین سن اوج سرعت قد:

$$13.84 + \frac{9.7 - 7.9}{(9.7 - 7.9) + (9.7 - 3.5)} - 0.5$$

=

$$13.84 + \frac{1.8}{(1.8 + 6.2)} - 0.5 = 13.57 \text{ years}$$

سپس باید سن نقطه میانی اشخاص (به سال) بین حالت آزمون قبلی و کنونی محاسبه شود (سن حد واسطه) که با اضافه کردن سن در حالت آزمون قبلی و سن در حالت آزمون کنونی و تقسیم بر دو کردن بدست می آید ($A6+A4/2$). سپس، افزایش در قد (سانتی متر) بین دو موقعیت آزمون محاسبه می شود (نمو ساده قد). این مورد توسط تفریق قد در موقعیت آزمون قبلی نسبت به موقعیت آزمون فعلی محاسبه می شود ($4B-6B$). در نهایت، افزایش قد (سانتی متر) که قبلاً محاسبه شده بود، با زمان سپری شده بین آزمون های اندازه گیری (کل نمو سالانه قد) مطابقت داده می شود. برای فهمیدن این که چه هنگام اوج سرعت قد رخ می دهد، شما کل ستون سرعت سال را جستجو کنید (ستون F) و بیشترین مقدار را بخوانید و مقدار سن مرکزی را مشاهده کنید. در مثال عملی ذکر شده، بزرگ ترین قد بدست آمده یا اوج سرعت قد، زمانی که مرکز سن، ۱۳/۲۹ سال بود برابر با ۹/۷ سانتی متر می باشد. برای ارزیابی صحیح تر سن اوج سرعت قد، بهتر است مدت زمانی بین این دو آزمون را که افراد به اوج سرعت قد می رسد مشخص کنیم که در مثال ذکر شده به صورت سالانه از هم تفکیک شده اند. انجام این فرایند، به نسبت تخصصی می باشد و در مثال عملی ذکر شده، نشان داده شده است. در این تناسب با استفاده از مرکز سن و نمو سالانه قد در سال، سن یک سال قبل از اوج، سن نقطه اوج و سن یک سال بعد از اوج (حد فاصل بین دو آزمون) تخمین زده می شود. در مثال ذکر شده، زمانی که برای تعیین سن اوج سرعت قد، از این فرمول استفاده می شود، اوج سرعت قد فرد در ۱۳/۵۷ سالگی تخمین زده می شود.

پیش بینی سن اوج سرعت قد

برای بدست آوردن سن اوج سرعت قد، به یک سری از داده ها نیاز می باشد. این ویژگی از بلوغ در گذشته محدود به مطالعات طولی بود. میروالد^۱ و همکارانش (۲۰۰۲) معادلات رگرسیونی چندگانه ویژه جنسیتی را بسط دادند، که براساس الگوهای رشد پاها و قسمت فوقانی تنه می باشد که پیش بینی کننده سال های اوج سرعت قد می باشد. زمانی که سال های اوج سرعت قد، نسبت به سن فعلی در نظر گرفته می شود، می توان سن اوج سرعت قد را تخمین زد. برای پیش بینی محاسبات نیاز به اندازه گیری قامت، طول پا و طول تنه، همچنین توده بدن و سن تقویمی می باشد. با استفاده از این شاخص های رشد، می توان در ۹۵ درصد موارد، سن اوج سرعت قد را دامنه بین ± 1 سال، پیش بینی کرد. برای درک بهتر و کاربرد عملی این روش، مثالی از چگونگی پیش بینی سن اوج سرعت قد یک پسر ۱۲/۱ ساله، در جدول ۱-۲ نشان داده شده است. قد در حالت نشسته، طول پا (کم کردن قد در حالت نشسته از قد در حالت ایستاده)، وزن و سن تقویمی همه در معادله رگرسیونی ویژه جنسیتی ثبت شده اند (میروالد، ۲۰۰۲)، و تا سال های اوج سرعت قد، پیش بینی می شوند. این معادله پیش بینی می کند که این پسر ۱۶/۴- سال تا رسیدن به سن اوج سرعت قد فاصله دارد که با تفریق اوج سرعت قد از سن فرد (۱۲/۱ سال) پیش بینی شده که سن اوج سرعت قد ۱۳/۷۴ می باشد. این عدد می تواند میانگین سن اوج سرعت قد برای یک پسر (۱۴ ساله ها) به عنوان بلوغ عادی در نظر گرفته شود. در وب سایت زیر می توان سن اوج سرعت قد کودکان را با

استفاده از روش مطرح شده فوق محاسبه کرد. <http://www.usask.ca/kinesiology/research.index.php>
انجام این روش برآورد بلوغ، سریع، غیر تهاجمی و کم هزینه می باشد و می تواند در مطالعات مقطعی به کار رود. مزیت دیگر این روش این است که از آن می توان بلوغ را هم در دختران و هم در پسران پیش بینی کرد. به این تربیت این روش برای مقایسه بلوغ بین دختران و پسران مناسب می باشد.

پیش بینی براساس سن ریخت شناسی

برای ارزیابی بلوغ، قد بدست آمده در هر سن تقویمی معین، می تواند با مقیاس های مرجع مقایسه شود. سن ریخت شناسی افراد براساس قد آن ها در همان سن، نسبت داده می شود. برای مثال، رشد قامت سه مرد در ۱۴، ۷ و ۴۰ سالگی اندازه گیری شده و چگونگی ارزیابی بلوغ از طریق قد و سن، در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در سن ۷ سالگی پسر A و پسر C تقریباً هم قد هستند در حالی که پسر B تقریباً ۱۸ سانتی متر کوتاه قدر است. با استفاده از مقیاس سن ریخت شناسی، پسر B در ۱۴ سالگی به عنوان یک فرد در شرایط بلوغ دیررس شناخته می شود. معایب اصلی این روش این است که تغییر پذیری قد محاسبه نمی شود. برای مثال، پسر B می تواند به عنوان یک فرد در گروه بلوغ دیررس طبقه بندی شود زیرا او کوتاه قدر است (زیرا او نسبت به میانگین قد بزرگسالان، کوتاه قدر می باشد). بنابراین، در حال حاضر به خوبی می دانیم که در این روش با استفاده از قد برای هر سن، بلوغ بیولوژیکی دقیقاً محاسبه نمی شود.

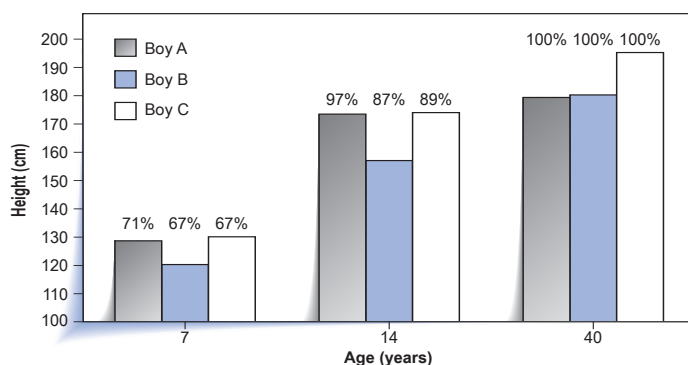
جدول ۱-۲ • نمونه ای از محاسبه سن در سرعت قد برای یک پسر

نقطه شروع بالیدگی: ۹،۲۳۶ - (۰،۰۰۰۲۷۰۸ × تعامل طول پا و قد در حالت نشسته) + (۰،۰۰۱۶۶۳ × تعامل سن و طول پا) + (۰،۰۰۷۲۱۶ × تعامل سن و قد در حالت نشسته) + (۰،۰۲۲۹۲ × وزن به نسبت قد)
سن: ۱۲،۱ سال
قد: ۱۵۰،۰ سانتی متر
وزن: ۳۹،۰ کیلوگرم
طول پا: ۷۰،۲ سانتی متر
ارتفاع نشسته: ۷۹،۱ سانتی متر
حاصل ضرب طول پا و طول در حالت نشسته: ۵۵۵۹،۸۴ = ۷۰،۲ × ۷۹،۱
حاصل ضرب سن و طول پا: ۷۰،۲ = ۱۲،۱ × ۸۹۴،۴۲
حاصل ضرب سن و ارتفاع نشسته: ۹۵۷،۱۱ = ۱۲،۱ × ۷۹،۱
نسبت وزن به ارتفاع: ۲۶،۰ = (۳۹،۰ / ۱۵۰،۰) × ۱۰۰
جبران بلوغ:
سال از PHV = -۱،۶۴ + (۰،۰۲۲۹۲ × ۲۶،۰) + (۰،۰۰۷۲۱۶ × ۹۵۷،۱۱) + (۰،۰۰۱۶۶۳ × ۸۹۴،۴۲) + (-۰،۰۰۱۶۶۳ × ۵۵۵۹،۸۴) + (۰،۰۰۰۲۷۰۸ × ۵۵۵۹،۸۴) + (-۹،۲۳۶ -
اوج سرعت قد: میانگین بلوغ = سال ۱۳،۷۴ = ۱،۶۴ + سال ۱۲،۱

با بیان قد اندازه گیری شده برحسب درصد، قد نهایی در بزرگسالی برای تغییرات طبیعی قد، در بین افراد محاسبه می شود. در شکل ۵-۱، اگر چه به صورت مطلق، به نظر می رسد که پسر B نسبت به سنش کوچک تر است، اما زمانی که به عنوان درصدی از قد نهایی بزرگسالی بیان می شود، هیچ تفاوتی بین

پسران B و C در ۷ و ۱۴ سالگی وجود ندارد. به این دلیل است که پسران A و B در ۴۰ سالگی هم قد می‌شوند و پسر C، ۱۵ سانتی‌متر بلندتر می‌باشد. از آنجایی که حدوداً ۹۲ درصد قامت بزرگسالی فرد در اوج سرعت قد، بدست می‌آید (تانر^۱، ۱۹۶۲)، افراد می‌توانند به دو گروه بلوغی پیش از اوج سرعت قد یا پس از اوج سرعت قد طبقه‌بندی شوند. از آنجایی که میانگین سنی اوج سرعت قد در پسران ۱۴ سال است، پسر A در ۱۴ سالگی به عنوان یک بلوغ زودرس (درصد قامت بزرگسالی $> 92\%$) و پسران B و C به عنوان بالغ‌های متوسط (درصد قامت بزرگسالی $< 92\%$) طبقه‌بندی می‌شوند.

معایب این روش این است که برای تعیین مقدار قد بزرگسالی، نیاز به داشتن قد کودکی می‌باشد و بنابراین قامت دوره بلوغ فقط می‌تواند از طریق سوابق قبلی، محاسبه شود.



شکل ۱-۵ قد و درصد قد بزرگسالی برای سه مرد در ۷، ۱۴ و ۴۰ سالگی (از A D G بکستر، جونز، ایسن مان و شرار، ۲۰۰۵، کنترل کردن بلوغ در علوم ورزشی کودکان، (۱)۱۷: صفحه ۲۴، شکل ۳، C، ۲۰۰۵). تجدید چاپ با اجازه از Human IL Kinetics. داده‌ها از سه فردی که در مطالعه رشد و تکامل شرکت کرده بودند، بدست آمده است.

اگر قد بزرگسالی پیش‌بینی شود، بیان قد فعلی به عنوان درصدی از قد بزرگسالی می‌تواند برای مطالعات مقطعی استفاده شود. اما یکی از موانع در پیش‌بینی قد بزرگسالی، محاسبه تغییرات فردی در زمان و سرعت جهش رشد نوجوانی و بلوغ جنسی در نوجوانانی با سن تقویمی یکسان می‌باشد. می‌دانیم که رشد قامت نقطه پایانی قابل اندازه‌گیری و مشخصی دارد؛ اما همان‌طور که قبلاً ذکر شد، سرعت مراحل عبور رشد کودکان با یکدیگر متفاوت می‌باشد. برخی کودکان از رشد سریعی برخوردار می‌باشند و در سنین نسبتاً پایین به قامت بزرگسالی می‌رسند، در حالی که دیگران از سرعت رشد کندتری برخوردار می‌باشند و نسبتاً رشد را دیر به پایان می‌رسانند. بنابراین، برای روش صحیح پیش‌بینی قد بزرگسالی، به تلفیق شاخص بلوغ بیولوژیکی برای کاهش خطای پیش‌بین، نیاز می‌باشد. با گسترش بسیاری از معادلات، قد بزرگسالی را می‌توان پیش‌بینی کرد. پرکاربردترین روش‌ها عبارتند از: بای لی و پیناو^۲ (۱۹۵۲)، روچ و همکاران^۳ (۱۹۷۵ a و b) و تانر و همکارانش^۴ (۲۰۰۱ و ۱۹۸۳). برای محاسبه تفاوت‌های دوران بلوغ، همگی این روش‌ها، نیاز به ارزیابی سن اسکلتی دارند. متأسفانه ارزیابی سن اسکلتی پرهزینه

1. Tanner

2. Bayley & Pinneau

3. Roche et al

4. Tanner et al

می‌باشد و به اشعه‌های رادیویی نیاز دارد، که ممکن است مانع از کاربرد گسترده این معادلات پیش‌بینی کننده در خارج از وضعیت کلینیکی شود. در تلاش برای توسعه یک روش ارزان و غیر تهاجمی پیش‌بینی کننده قد بزرگسالی، روش اصلاح شده روچ- واینر- تیسن (روچ و همکارانش ۱۹۸۳)^۱ و روش کامیس- روچ (کامیس و روچ، ۱۹۹۴)^۲ توسعه یافتند. این دو روش قامت بزرگسالی را از طریق سن فعلی، قامت، وزن بدن و میانگین قامت والدین (میانگین قد والدین) پیش‌بینی می‌کند. اما این روش‌های غیر تهاجمی، شامل اندازه‌گیری بلوغ بیولوژیکی نمی‌شود. اگر چه نشان داده شده است که استفاده از میانگین قد والدین، موجب کاهش خطای پیش بین می‌شود، اما قد هر دو والدین، همیشه در دسترس نیستند. روش پیشرفته دیگر پیش‌بینی کننده قد بزرگسالی وجود دارد که معتبر، غیر تهاجمی، ارزان قیمت می‌باشد و اجرایش آسان می‌باشد (شرار و همکارانش، ۲۰۰۵)^۳. این روش نیازمند اندازه‌گیری‌های قد و پیش‌بینی سال اوج سرعت قد می‌باشد (میروالد و همکارانش، ۲۰۰۲)^۴. براساس سن اوج سرعت قد، افراد با عناوین بالغ‌های زودرس، متوسط و دیررس طبقه‌بندی می‌شوند. با استفاده از مقادیر مرجع بلوغ بدست آمده از منحنی‌های تجمعی سرعت قد ویژه جنسیتی، فاصله باقی مانده رشد، بستگی به آن دارد که فرد چه مقدار از اوج سرعت قد فاصله دارد. با اضافه کردن فاصله باقی مانده برای رشد به قد کنونی، قد بزرگسالی پیش‌بینی می‌شود. چنانکه در روش‌های دیگر، خطایی وابسته به این روش وجود دارد. اگرچه، این خطاهای گوناگونی وابسته به انتخاب روش پیش‌بینی وجود دارد که معمولاً، بین ۳ تا ۵ سانتی‌متر، متغیر می‌باشد. (مالینا و همکارانش، ۲۰۰۴).

وضعیت قاعدگی

اکثر اوقات، سن نخستین قاعدگی، به عنوان مرحله مهمی از نمو نوجوانی دختران، در مطالعات طولی و مقطعی گزارش شده است. سه روش (موثر در آینده، حالت طبیعی و فراخوانی) معمولاً برای تأیید سن اولین قاعدگی به کار می‌روند. بهترین و قابل اعتمادترین روش، این است که افراد را تحت نظارت قرار داده و زمانی که نخستین قاعدگی رخ می‌دهد، را ثبت کنند. لذا این روش مشروط به داده‌های طولی است. مقادیر طبیعی می‌تواند با استفاده از روش وضعیت حالت طبیعی تأیید شود. این روش مستلزم تعداد زیادی سؤال از دختران می‌باشد (معمولاً بین سن ۸ الی ۱۸ ساله) که این سؤالات، از لحظه تولد تا شروع جریان قاعدگی آنان را در بر می‌گیرد. با توجه به سن و جواب‌های آن‌ها (بله یا خیر)، این امکان وجود دارد که مقادیر انحراف معیار و میانگین برای سن قاعدگی محاسبه شود. سومین روش، شیوه فراخوانی است. پرسش نامه‌های ساده‌ای برای تأیید این که آیا یک فرد قاعدگی را تجربه کرده است یا نه استفاده شد. اگر جواب بله باشد، از آن‌ها پرسیده می‌شود که تاریخ یا ماه را مشخص کنند. این روش که مبتنی بر سوابق گذشته فرد می‌باشد، برای افراد از سن ۱۷ سالگی به بعد که تقریباً همه دختران به سن قاعدگی رسیده‌اند، کاربرد دارد. اگر چه سن شروع قاعدگی بطور گسترده به عنوان شاخص بلوغ، در بررسی‌های زنان به کار می‌رود

1. Roche-Wainer-Thissen a(RWT) method (Roche et al 1983)

2. Khamis-Roche method (Khamis & Roche 1994)

3. Sherar et al 2005

4. Mirwald et al 2002

اما کاربرد آن محدود به اواخر دوره نوجوانی می‌باشد، زمانی که قاعدگی معمولاً بعد از اوج سرعت قد رخ می‌دهد. اکثر مطالعات، به‌ویژه در ورزشکاران، از روش فراخوانی استفاده می‌کنند که محدود به خطای یادآوری می‌باشد. تخمین سنین میانگین از سوگیری یک طرفه برخوردار می‌باشد، چون همه افراد ممکن است هنوز به قاعدگی نرسیده باشند. همچنین سن نخستین قاعدگی، در مطالعات مقایسه سنی کاربرد کمی دارد چون هیچ شاخص تعیین کننده بلوغ متقابلی، در مردان وجود ندارد.

مشخصات جنسی ثانویه

بلوغ جنسی فرایند مداومی است که از تفاوت‌های جنسی در مرحله جنینی تا بلوغ کامل جنسی ادامه دارد. ارزیابی بلوغ در مطالعات رشد براساس تکامل ویژگی‌های جنسی ثانویه در طی مرحله قبل از بلوغ است. از ویژگی‌های جنسی ثانویه، شاخص‌هایی مانند رشد سینه در دختران، نمو اندام‌های تناسلی در پسران و رشد موی زهاری در هر دو جنس می‌باشند که به کرار اندازه‌گیری می‌شوند. موی صورت، موی زیر بغل، تغییر صدا، شکل بدن، بوی بدن، جنبه‌های دیگری از تغییر بلوغ است که به عنوان شاخص تعیین کننده بلوغ، ارزیابی می‌شوند. ویژگی‌های جنسی ثانویه به دلیل اینکه در مرحله خاصی از زمان قابل رویت می‌باشند، به عنوان بلوغ جنسی به کار می‌روند.

مراحل جنسی ثانویه شامل، فرایند رشد سینه در دختران، رشد اندام‌های تناسلی در پسران و رشد موی زهاری در هر دو جنس می‌باشند که به پنج مرحله تقسیم می‌شوند. این مراحل جنسی ثانویه معمولاً به عنوان مراحل تانر اطلاق می‌شوند. اگر چه این روش در ابتدا بوسیله وینز^۱ و رینولد^۲ (۱۹۵۱، ۱۹۸۴) ثبت شد، ولی در آینده با جزئیات بیشتر، توسط تانر^۳ (۱۹۶۲) توصیف شد. استفاده معمول از این شاخص به همراه یک سری از عکس‌ها و ترسیم‌ها، در چندین کتاب موجود می‌باشد (مالینا و همکاران ۲۰۰۴، تانر ۱۹۶۲). مرحله‌ی یک، مرحله قبل از بلوغ می‌باشد که فقدان تکامل هر مرحله را نشان می‌دهد. مرحله دوم، رشد اولیه آشکار هر ویژگی را مشخص می‌کند. مراحل سه و چهار بلوغ مداوم هر ویژگی را نشان داده و گاهی ارزیابی آن‌ها مشکل است. مرحله ۵، مرحله بلوغ یا بزرگسالی را نشان می‌دهد.

به طور معمول تعیین بلوغ جنسی، از طریق مشاهدات بصری مستقیم انجام می‌شود. این روش برای اعمال کلینیکی مناسب می‌باشد، اما در وضعیت غیر کلینیکی، دارای مشکلاتی برای ارزیابی کودک است. زیرا این روش به حریم خصوصی کودک یا نوجوان تجاوز می‌کند. به این منظور، از جوان‌ترها خواسته شد که مرحله بلوغ جنسی خود را با عکس‌ها یا طرح‌های استاندارد، مقایسه و ارزیابی کنند. همبستگی‌های بین خود ارزیابی و درجه‌بندی‌های پزشکی مشاهده شده، متوسط به بالاست. با این وجود، هنوز نگرانی‌هایی وجود دارد که جوان‌ترها، مراحل اولیه تکامل جنسی را بزرگ جلوه می‌دهند و مراحل انتهایی رشد جنسی را ناچیز می‌پندارند. به طور معمول، اولین علامت آشکار رشد و بلوغ در پسران، بزرگ شدن بیضه‌ها، همراه با تغییراتی در بافت و رنگ پوست کیسه بیضه می‌باشد. سپس آلت مردانه، شروع به طویل شدن می‌کند و موی زهاری

ظاهر می‌شود. در زنان، اولین علامت بلوغ جنسی، رشد سینه است که با رشد موی زهاری دنبال می‌شود. بنابراین حدود یک سوم موی زهاری دختران قبل از رشد سینه ظاهر می‌شود. کتابی که توسط مالینا و همکارانش (۲۰۰۴) تهیه شده است، شامل بازنگری دقیقی از محدوده‌های سنی معمول می‌باشد که پسران وارد مرحله رشد تناسلی و دختران به مرحله آشکار شدن رشد سینه، وارد می‌شوند و هر دو جنس به مرحله موی زهاری وارد می‌شوند. این بازنگری، شامل نمونه‌های دختران و پسران از کشورهای گوناگون آمریکای شمالی و اروپایی بوده است. میانگین سن ورود به مرحله دو رشد آلت تناسلی (2G) در پسران، در دامنه بین ۹/۲ و ۱۲/۴ سالگی می‌باشد، که بستگی به نمونه‌ها دارد. شروع رشد موی زهاری (2PH) بطور میانگین، بین ۱۱/۲ سالگی و ۱۳/۴ سالگی رخ می‌دهد. از سوی دیگر، اوج سرعت قد، بطور طبیعی، زمانی رخ می‌دهد که اکثر پسران در مراحل 2G و 2PH هستند (بین ۱۳/۸ و ۱۴/۱ سالگی). کلفت شدن صدا (شکست صدا) معمولاً در آخرین مرحله بلوغ رخ می‌دهد که حدود یک سال بعد از به دست آمدن اوج سرعت قد می‌باشد. گزارش شده است که اولین انزال بی‌اختیار جریان منی شبانه، بین ۱۲/۵ سال و ۱۶/۵ سالگی رخ می‌دهد. موی زیر بغل معمولاً بعد از اوج سرعت قد ظاهر می‌شود. اما گاهی اوقات ممکن است قبل از شروع موی زهاری، ظاهر شود. به نظر می‌رسد که موی صورت، بعد از ظهور کامل هر دو مورد موی زهاری و دستگاه تناسلی، رخ می‌دهد. این دامنه‌های گسترده سنی، تغییرات فردی را در ورود، پیشرفت و تکامل بلوغ تشریح می‌کند. تغییرپذیری مشابه نیز در شروع، پیشرفت و تکمیل بلوغ جنسی زنان، مشاهده شده است. مرحله دوم، آشکار شدن رشد سینه (2B) معمولاً با آشکار شدن موی زهاری (2PH) دنبال می‌شود. بنابراین نشان دهنده آن است که پیشرفت رشد سینه و رشد موهای زهاری، مستقل می‌باشد، به طوری که دختران ممکن است در 3B، ۲۵٪ در 1PH و ۱۰٪ در 5PH باشند (تانر ۱۹۶۲). میانگین دامنه سنی گزارش شده توسط مالینا و همکارانش (۲۰۰۴) برای شروع مرحله دو آشکار شدن رشد سینه (2B) از ۸/۹ سال تا ۱۱/۶ سالگی و برای موهای زهاری مرحله دو (2PH) از ۸/۸ سال تا ۱۲/۱ سالگی متغیر می‌باشد. از سوی دیگر، بدنبال این رویدادها، قاعدگی با تاخیر، و به طور میانگین یک سال بعد از اوج سرعت قد (بین ۱۲/۸ و ۱۳/۵ سالگی) رخ می‌دهد. دوباره تاکید می‌شود که قاعدگی، یک فاکتور مستقل از ویژگی‌های بلوغی می‌باشد اگر چه اکثر دخترها در 4B، برخی در 3B و درصد کمی هم ممکن است در 2B باشند. به علاوه، اکثریت دختران در 3PH یا 4PH هستند، در حالی که برخی ممکن است در 1PH باشند. اکثریت دختران، قاعدگی را در هنگام اوج کاهش سرعت رشد قامت، تجربه می‌کنند. بنابراین، ارتباط نزدیکی با زمان اوج سرعت قد دارد اگر چه اهمیت هورمونی آن ناشناخته است. زمان‌بندی‌های گوناگون این رویدادهای بلوغی، در شکل ۶-۱ با استفاده از داده‌های مطالعات مربوط به مواد معدنی استخوان وابسته به امراض کودکان (PBMA) تشریح شده است (بایلی ۱۹۹۷). این شکل نشان داد که تعدادی از رویدادهای بلوغی که در یک زمان رخ می‌دهند، همگی تحت کنترل سیستم‌های متعدد غدد درون‌ریز هستند که در نهایت با بیان ژن کنترل می‌شوند. بنابراین، زمان رویدادهای بلوغی بین افراد هم جنس نیز متغیر می‌باشد.

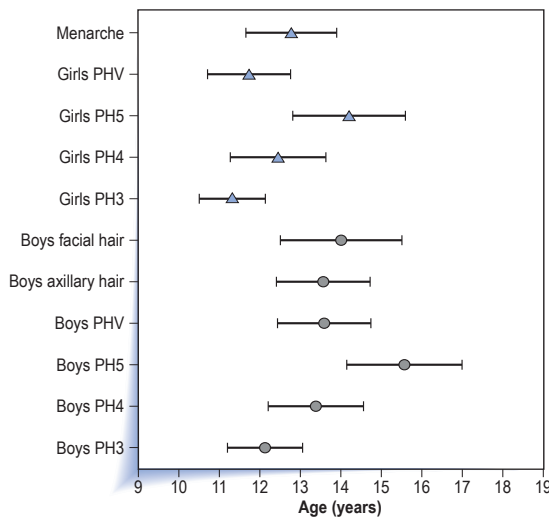
همچنین تفاوت جنسی قابل ملاحظه‌ای در زمان‌بندی بلوغ جنسی و بدنی در افراد گوناگون وجود دارد. دختران تقریباً دو سال قبل از پسران وارد بلوغ می‌شوند و آنرا به پایان می‌رسانند. رویدادهای بلوغی در توالی یکسان بین جنس‌ها رخ نمی‌دهند. برای مثال، رشد موی زهاری نسبت به رشد قامت در اوج سرعت قد، در دختران به نسبت زودتر و در پسران نسبتاً دیرتر رخ می‌دهد (شرار و همکاران، ۲۰۰۴). اوج سرعت قد پسران بطور متوسط در طی مراحل چهارم و پنجم رشد موی زهاری رخ می‌دهد در حالی که اوج سرعت قد دختران، معمولاً در طی مراحل سوم و چهارم رشد موی زهاری رخ می‌دهد. لذا پیشنهاد می‌شود که زمان‌بندی بلوغ قامت و بلوغ جنسی، بین دختران و پسران یکسان در نظر گرفته نشود.

هم تراز کردن افراد با توجه به ویژگی‌های جنسی ثانویه، به کرات در ادبیات علمی ورزش کودکان مورد استفاده قرار می‌گیرد، که دلیل آن عدم نیاز به مطالعات طولی، آسان بودن، مقرون به صرفه و غیر تهاجمی بودن آن (با جایگزینی ارزیابی پزشکی با ارزیابی خود شخص) می‌باشد. اما زمانی که از ویژگی‌های جنسی ثانویه برای کنترل بلوغ استفاده می‌شود، برای تجزیه و تحلیل گروه‌ها، در صورت پیوسته بودن متغیرها اشتباهات رایجی انجام می‌گیرد.

برای مثال، یک فرد در فاز اولیه مرحله‌ی سوم رشد موهای زهاری، همان سرعتی را دارد که فرد دیگر در فاز آخر این مرحله دارا می‌باشد. به ندرت نقطه زمانی تغییر از یک مرحله به مرحله دیگر، به طور صحیح اندازه‌گیری می‌شود. در واقع چیزی که گزارش می‌شود فاصله بین دو مرحله می‌باشد. این عمل، حتی اطلاعات کمتری فراهم می‌کند، زمانی که ملاحظه می‌شود مدت زمانی که صرف می‌شود تا از یک مرحله عبور کنند، به طور قابل توجهی در بین افراد متغیر است. به علاوه هیچ رابطه‌ای بین سنی که مشخصات جنسی ثانوی آغاز می‌شود و مدت زمانی که صرف عبور از این مرحله می‌شود وجود ندارد. نگرانی دیگر در مورد استفاده از مراحل جنسی ثانویه مربوط به اشتباهات احتمالی در ردیف کردن منظم افراد می‌باشد. بسیاری از مطالعات مربوط به کودکان، پسران و دختران را در موارد ذیل هم ردیف قرار می‌دهند:

(الف) ویژگی‌های جنسی ثانویه یکسان، (ب) ویژگی‌های جنسی ثانویه متفاوت، (ج) بیش از یک ویژگی جنسی ثانویه برای گسترش نمره مرکب از رشد جنسی. فرضیه‌ای که در پشت این استراتژی‌ها وجود دارد، نظم و زمان ظهور ویژگی‌های جنسی ثانویه یکسان و یا ویژگی‌های جنسی مختلف است، که در هر دو جنس مساوی می‌باشد. فرض دیگر این است که توالی ظهور ویژگی‌های جنسی ثانویه، بین جنس‌ها با شاخص‌های بلوغی دیگر نیز یکسان است. بنابراین، همان‌طور که قبلاً توصیف شد تفاوت قابل ملاحظه‌ای در زمان و سرعت رشد جنسی و بدنی، بین دو جنس در دوران نوجوانی وجود دارد. لذا هر سه استراتژی هم تراز می‌کنند که برای مقایسه بین پسران و دختران صورت می‌گیرد، نامناسب هستند. علاوه بر این، در دوره نوجوانی رویدادهای بلوغی متفاوتی در زمان‌های مختلف رخ می‌دهند. برای مثال، رشد اندام‌های تناسلی و رشد سینه خیلی زود در نوجوانی رخ می‌دهند. در حالی که قاعدگی در دختران و موی صورت و زیر بغل در پسران در اواخر نوجوانی اتفاق می‌افتد. معیارهای اخیر برای مرحله بندی جنسی ثانویه، از این تفاوت‌ها در زمان‌بندی ویژگی‌های جنسی ثانویه چشم پوشی کرده است. فردی که در مرحله‌ی

سوم رشد سینه است لزوماً در مرحله‌ی سه برای رشد موی زهاری نخواهد بود. همچنین پسری که در مرحله‌ی ۳ برای رشد اندام‌های تناسلی است، لزوماً با دختری که در مرحله‌ی سوم برای رشد سینه است، سن بیولوژیکی یکسانی ندارد. از این رو، مقایسه بین فردی با استفاده از تفاوت در ویژگی‌های جنسی ثانویه، کار بی‌اساسی می‌باشد. لذا، برای پژوهشگران اهمیت دارد که به ویژگی‌های جنسی ثانویه‌ای که به عنوان شاخص بلوغی استفاده می‌شوند، به تفصیل بپردازند.



شکل ۱-۶ میانگین سن پیشرفت موی زهاری (PH) مراحل ۳-۵ و اوج سرعت قد (PHV). در پسران فقط موی زیر بغل و موی صورت و در دختران فقط قاعدگی رشد می‌کند. مقادیر میانگین‌ها (دوایر) شامل دو انحراف معیار می‌باشد. (میل‌ها). (از باکستر جونز، ایسن مان و شرار، ۲۰۰۵ کنترل بلوغ در علوم ورزشی کودکان، ص ۲۶، شکل ۴)

زمانی که کنترلی بر اثرات مخل بلوغ بیولوژیکی بین جنس‌ها، صورت گیرد، پسران و دختران اغلب در مراحل موی زهاری، هم ردیف هستند و این مورد تنها مشخصه جنسی است که هم در پسران و هم در دختران وجود دارد (جدا از رشد موی زیر بغل، که اگر دختران موی زیر بغل را از بین ببرند، مشکل ساز می‌شود). علاوه بر هشدارهایی که در نوشته‌های قبلی، عنوان شد، شخص باید آگاه باشد که رشد موی زهاری، آغاز نوجوانی را نشان می‌دهد (افزایش ترشح هورمون‌های جنسی از بخش قشر غده فوق کلیوی) و لزوماً آغاز درست رشد بلوغی نمی‌باشد. همان‌طور که قبلاً بیان شد، آغاز رشد سینه در دختران و حجم بیضه در پسران، اولین نشانه درست بلوغی در مرحله بلوغی می‌باشد. بنابراین اگر افراد فقط بر اساس رشد موی زهاری هم تراز شوند، باید در تفسیر طبقه‌بندی افراد در مراحل اولیه، احتیاط نمود.

شاخص‌های هورمونی بلوغ

رشد ثانویه جنسی و رشد بدن، بازتابی از چندین عامل خارجی می‌باشند که موجب تغییرات هورمونی می‌شوند. از این رو، غلظت هورمون در گردش خون ممکن است به عنوان شاخص تعیین کننده وضعیت بلوغی، عمل نماید. مطالعات مورد تایید، نشان داده‌اند که مقادیر هورمون‌های غده فوق کلیوی و گونادها (غدد جنسی) در سرم و بزاق، کاملاً همسو با رشد ویژگی‌های جنسی ثانویه هستند. بنابراین، برآورد هورمونی سرم، محدود به شرایط کلینیکی است که به نمونه‌های خونی نیاز دارند و باید به طور پیوسته

تحت شرایط کنترلی دقیق انجام گیرد و به آزمایش‌های بیوشیمیایی نسبتاً پیچیده نیاز است. همچنین تغییرات روزانه و تغییرات درون فردی، ممکن است تخمین دقیق بلوغ بیولوژیکی را محدود نماید. علاوه بر این، وجود هورمون لزوماً به این مفهوم نیست که از لحاظ فیزیولوژیکی فعال است. در نهایت، بافت‌های مختلف، به هورمون‌های موجود در گردش خون، واکنش متفاوتی نشان می‌دهند و بنابراین یک هورمون نشاندار، ممکن است انعکاسی از بلوغ کل بدن نباشد.

ارتباط بین شاخص‌ها

به طور معمول همبستگی بین زمان‌بندی شاخص‌های تعیین کننده بلوغ، متوسط به بالا است. پیشنهاد شده که یک فاکتور عمومی بلوغ وجود دارد که متضمن میزان سرعت رشد و بلوغ در طی دوران نوجوانی در هر دوی پسران و دختران می‌باشد. اما به اندازه کافی متغیر (مثل جنسیت، اسکلتی یا بدنی) وجود دارد که پیشنهاد کنند، هیچ سیستم واحدی نمی‌تواند سرعت رشد بلوغ را در دوران نوجوانی به طور کامل توصیف نماید. علاوه بر این، اگر چه بلوغ جنسی و رشد اسکلتی به یکدیگر مرتبط هستند، اما نمی‌توان فرض کرد که یک مرحله از رشد جنسی ثانویه فرد، همراه با رشد اسکلتی او تنظیم شود. اختلافات آشکاری بین شاخص‌های مذکور وجود دارد که بازتابی از تغییرات فردی در زمان‌بندی و سرعت بلوغ بدنی و جنسی می‌باشد. نگرانی‌های روش‌شناسی در ارزیابی بلوغ پیش‌تر به طور خلاصه بیان شد.

تنظیم رشد و بلوغ

همان‌طور که قبلاً بیان شد، سال‌های وابسته به بلوغ، با بالیده شدن ویژگی‌های جنسی ثانویه، رسیدن به عملکرد تولید مثلی و جهش رشد بدنی مشخص می‌شوند. شروع ترشح هورمون‌ها و تنظیم این وقایع به خوبی ثبت شده‌اند (تانر، ۱۹۸۹، ۱۹۶۲). به طور خلاصه، در اواخر دوران کودکی، هیپوتالاموس غده هیپوفیز قدامی را تحریک می‌کند تا هورمون‌های محرک گوناد، هورمون‌های محرک فولیکولی و لوتئینی را از هیپوفیز آزاد کنند. لذا یکی از اولین علائم قابل تشخیص بلوغ بیولوژیکی که بر تغییرات مورفولوژیکی (ریخت‌شناسی) مقدم است، افزایشی غلظت هورمون لوتئینی ترشح شده در گردش خون در هنگام خواب است، که غلظت آن ابتدا در دختران و سپس در پسران شروع به افزایش می‌کند و منعکس کننده آغاز زودتر بلوغ در دختران می‌باشد. در پسران هورمون لوتئینی موجب تحریک در تولید و ترشح هورمون تستوسترون از بیضه‌ها می‌شود و هورمون‌های محرک فولیکولی، تولید اسپرم را تحریک می‌نماید. در دختران، هورمون‌های محرک فولیکولی و هورمون لوتئینی، مسئول ارزیابی و تحریک استروژن توسط تخمدان هستند. با پیشرفت بلوغ، رها شدن هورمون لوتئینی به تدریج در دوره‌های بیداری روز، افزایش می‌یابد. همراه با بلوغ جنسی در مردان، در طی روز و شب ترشح هورمون لوتئینی ثابت باقی می‌ماند و در زنان به صورت یک الگوی چرخشی، فقط قبل از قاعدگی، افزایش می‌یابد. در طول بلوغ مردان، افزایش قابل توجه در ترشح تستوسترون وجود دارد. تستوسترون و دی

هیدروتستوسترون، که آندروژن مشتق از تستوسترون است، مسئول رشد بیضه‌ها، آلت مردان، کیسه بیضه، پروستات و وزیکول‌های منی، موهای زهاری صورت و زیر بغل و رشد عضلات و تغییر صدا می‌باشند. هورمون‌های جنسی زنانه توسط تخمدان‌ها ترشح می‌شود که در مجموع به عنوان استروژن‌ها شناخته می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها استرادیول می‌باشد. افزایش زیاد در استرادیول در طی بلوغ، موجب رشد و بلوغ ویژگی‌های جنسی اولیه و ثانویه می‌شود. این ویژگی‌ها، شامل تخمدان‌ها، رحم، لوله‌های فالوپ، نمو خارجی آلت جنسی، سینه‌ها، موی زیر بغلی و زهاری می‌باشند. همچنین، در طی بلوغ، استروژن‌ها و آندروژن‌ها بر رشد عضله، تجمع چربی، بلوغ اسکلتی و تغییراتی در شکل (مثل رشد بخش‌های لگنی در زنان) اثر گذار می‌باشند. تنظیم رشد و بلوغ با فعل و انفعالات مداوم و پیچیده ژن‌ها، هورمون‌ها، مواد مغذی و محیط فیزیکی درگیر است. ژنوتیپ گروهی از ژن‌ها می‌باشد که یک فرد را تشکیل می‌دهد. ژنوتیپ یک فرد می‌تواند به عنوان پتانسیلی برای رشد و بلوغ تصور شود. این که یک کودک به آن پتانسیل می‌رسد یا نه بستگی به شرایطی دارد که کودک متولد شده و سپس رشد می‌کند. فنوتیپ کودک، مشخصات فیزیولوژیکی یا جسمانی مشاهده شده او می‌باشد که توسط ژنوتیپ همراه با محیط زیست ایجاد می‌شوند. هورمون‌ها برای یک کودک لازم هستند تا به پتانسیل کامل ژنتیکی شان برسند. فعالیت جسمانی یک عامل زیست محیطی است که مسلماً بر رشد و بلوغ تأثیر می‌گذارد. ارتباط بین فعالیت جسمانی و رشد و بلوغ با توجه به دو فرضیه عمده بسیار جالب است. فرضیه اول این است که به فعالیت جسمانی به عنوان یک عامل اثرگذار مطلوب بر رشد و بلوغ، به دلیل تأثیر آن بر تعادل بین جذب انرژی از غذا و مصرف انرژی نگاه می‌شود. عدم تعادل روزانه بین جذب بیش از حد هزینه انرژی در بیشتر زمان‌ها، موجب گسترش بیش از حد توده بدن و چاقی و یا همچنین از دست دادن توده بدنی می‌شود. بنابراین، فعالیت بدنی می‌تواند برای حفظ رشد و وزن مناسب بدن به عنوان یک عامل ضروری تلقی شود. فرضیه دوم جالب توجه این است که آیا فعالیت بدنی تأثیر تحریک کننده یا باز دارنده بر رشد و بلوغ دارد؟ در گذشته این موضوع برای ژیمناستیک کاران حرفه‌ای، موضوعی قابل توجه بود. با این مفهوم که سطح بالای تمرین شدید، مانع از رشد طبیعی بدن و بلوغ جنسی در ورزشکاران کودک و نوجوان می‌شود (ارتباط بین فعالیت بدنی و رشد و بلوغ در فصل ۱۳ بحث شده است). عوامل محیطی دیگر که بر رشد و بلوغ تأثیر می‌گذارند شامل بیماری، وضعیت اجتماعی - اقتصادی خانواده، تعداد افراد خانواده، وضعیت تغذیه‌ای، آب و هوا و موارد دیگر می‌باشد. برای بازبینی جامع عوامل مؤثر بر رشد و بلوغ می‌توانید به کتاب‌های مالینا و همکارانش (۲۰۰۴) و کامرون^۱ (۲۰۰۲) رجوع نمایید.

بلوغ وابسته به تغییر در اندازه و عملکرد بدن

همان‌طور که در کل این فصل تأکید شد، کودکان همسن می‌توانند بطور قابل ملاحظه‌ای در میزان بلوغ بیولوژیکی و یا وضعیت بلوغ متغیر باشند. وضعیت بلوغی کودکان، بر سنجش‌های رشد و عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. افرادی که زود به بلوغ می‌رسند، در هر دو جنس، بلند قدتر و سنگین‌تر از افراد با

بلوغ متوسط و بلوغ دیر رس همان سن زمانی می‌باشند. اگر قد نوجوانی به درصدی از قد بزرگسالی بیان شود، افرادی که زود به بلوغ می‌رسند نسبت به همه افراد همسن خود در طی مرحله نوجوانی، به قد بزرگسالی خود نزدیک ترند. اولین مزیت قد برای فردی که زود به بلوغ می‌رسد، دست یابی زودتر به اوج سرعت قد و همچنین اندازه بیشتر در رسیدن به اوج قد می‌باشد. مطالعات به طور مکرر، عدم همبستگی یا همبستگی کم را بین زمان‌بندی جهش رشد نوجوانی (مثل وضعیت بلوغ) و قامت بزرگسالی، نشان داده‌اند. فرض می‌شود که کودکان زود، متوسط و دیر بلوغ، بطور میانگین به قد بزرگسالی یکسان می‌رسند؛ اما در مورد وزن این‌گونه نیست. افرادی که زود به بلوغ می‌رسند و افراد بلوغ دیر رس، نیز در شکل بدن متفاوت هستند. دیر بلوغ‌ها متمایل به داشتن پاهای نسبتاً بلندتری (درصد بیشتر اندازه پاها نسبت به قامت بزرگسالی) نسبت به افراد با بلوغ زودرس هستند. علاوه بر این دختران و پسران با بلوغ زودرس، متمایل به داشتن لگن‌های نسبتاً پهن‌تر و شانه‌های نسبتاً باریک‌تر هستند. در مقایسه، افراد با بلوغ دیررس متمایل به داشتن لگن‌های لاغرتر و شانه‌های نسبتاً پهن‌تر می‌باشند.

به طور متوسط سن اوج سرعت رشد، در افرادی با توده بدنی لاغر و چاق، ابتدا در افراد با بلوغ زودرس، سپس در افراد با بلوغ متوسط و در نهایت در بلوغ دیر رس‌ها رخ می‌دهد (یولیانو-برنز و همکاران ۲۰۰۱)^۱. در هر دو جنس، جوان‌ترهایی که زود به بلوغ می‌رسند به طور متوسط از عضله و چربی بیشتری برخوردار می‌باشند. تفاوت‌های بین کودکان در مقایسه با گروه‌های بالغ، ابتدا به علت تفاوت در اندازه آن‌ها است. زیرا کودکان بلوغ زودرس بلند قدتر و سنگین‌تر از افراد با بلوغ دیررس هستند. وقتی پهنای عضله نسبت به قد بیان می‌شود، تفاوت‌های بین گروه‌های بلوغی اغلب بیان نمی‌شود. هر چند برخی شواهد وجود دارد که در طی سال‌های آخر نوجوانی پسران بلوغ زودرس، پهنای عضله بزرگ‌تر حتی بعد از محاسبه تفاوت‌های قدی دارند. به عبارت دیگر، افرادی از هر دو جنس که زود به بلوغ می‌رسند، ظاهراً پهنای چربی بیشتری در تمام سنین دوره نوجوانی دارند، حتی زمانی که تفاوت‌های قدی، کنترل شده باشند. (مالینا و همکارانش، ۲۰۰۴). بطور خلاصه در هر سن تقویمی معین در طی نوجوانی، پسران و دختران بلوغ زودرس بطور متوسط بلند قدتر و سنگین‌تر و توده بدون چربی بیشتری (به‌ویژه در پسران) برخوردار می‌باشند و همچنین چربی کل بدن و درصد چربی بدن بیشتری (به‌ویژه دختران) نسبت به همسن و سالانشان که کمتر بلوغ یافته‌اند، دارند. تفاوت‌های وابسته به بلوغ در اندازه بدن و ترکیب بدن به‌ویژه در طی نوجوانی مشخص هستند و بر قدرت و توان هوازی تاثیر می‌گذارند.

افزایش قدرت در حین نوجوانی، وابسته به رشد طبیعی در توده خالص بدون چربی بدن می‌باشد و به طور کلی در دختران در همان زمانی که اوج سرعت قد رخ می‌دهد، قدرت به اوج می‌رسد و پسران یک سال بعد از اوج سرعت قد، به اوج قدرت دست می‌یابند. مطالعات نشان داده‌اند که در طی نوجوانی، پسران با بلوغ زودرس، نسبت به پسران با بلوغ دیررس، قوی‌تر هستند. در اوایل نوجوانی دختران با بلوغ زودرس نسبت به دختران با بلوغ دیررس، اندکی قوی‌تر هستند (۱۱ الی ۱۳ سالگی)، اما همان‌طور که

نوجوانی ادامه دارد تفاوت بین گروه‌های بلوغی ظاهر می‌شود. وقتی قدرت نسبت به قد بیان می‌شود، تفاوت بین گروه‌های بلوغی آشکارتر می‌شوند. در این زمان‌بر تفاوت در گروه‌های بلوغی پسران تاکید می‌شود، که دلیل آن ممکن است رشد سریع افراد با بلوغ زودرس در وزن عضله باشد. به عبارت دیگر وقتی در دختران قدرت نسبت به قد بیان می‌شود، تفاوت‌های بین گروه‌های بلوغی از بین می‌رود. این موضوع با جزئیات بیشتر در فصل ۳ بیان شده است.

نشان داده شده که در سن تقویمی یکسان، افرادی با بلوغ زود رس در مقایسه با افرادی که بلوغ شان همراه با تاخیر بوده است، از اکسیژن مصرفی اوج بالاتری برخوردار می‌باشند. اگر چه مقدار بزرگ‌تر بودن اکسیژن مصرفی اوج در افرادی که زود به بلوغ می‌رسند یک مزیت به شما می‌رود؛ اما اثبات شده است که اکسیژن مصرفی اوج یکی از اثرات بلوغی می‌باشد که مستقل از اندازه بدن می‌باشد. تفاوت در اکسیژن مصرفی اوج بین گروه‌های بلوغی مختلف در مردان نسبت به زنان مشهودتر می‌باشد، که ممکن است به این علت باشد که در دوره نوجوانی توده عضله، سلول‌های قرمز خون، هموگلوبین، ظرفیت ریه، تهویه ریوی و جذب اکسیژن در مردان نسبت به زنان بیشتر می‌باشد. (کمپر و ورسچور ۱۹۸۱)^۱. زمانی که افراد با بلوغ زود رس و دیررس کاملاً رشد کردند و به قامت یکسانی رسیدند، تفاوت‌ها در اکسیژن مصرفی اوج، از بین می‌رود. این موضوع در فصل ۸، بیشتر پرداخته می‌شود.

اهمیت کنترل برای بلوغ بیولوژیکی

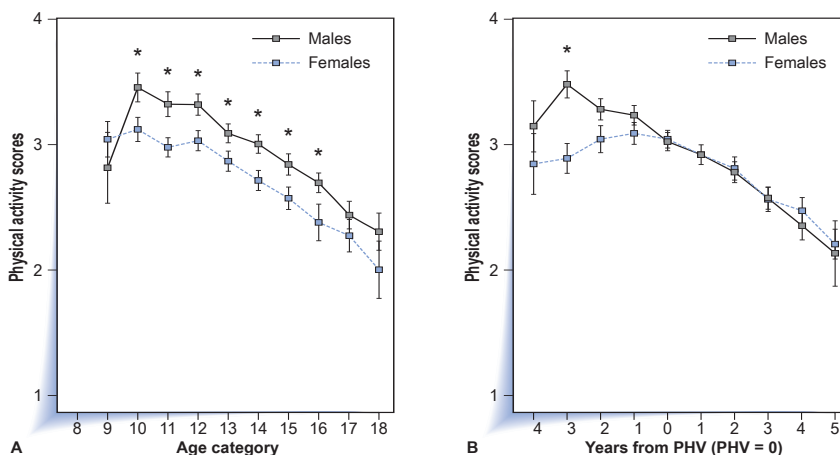
فیزیولوژی ورزش کودکان، واکنش‌های کوتاه و بلند مدت کودک و نوجوان را به فعالیت ورزشی و یا فعالیت بدنی بررسی می‌نماید. اهداف اصلی عبارتند از تغییرات فیزیولوژیکی فعالیت بدنی و پیامدهای وابسته به سلامت در دوران کودکی و نوجوانی و تفاوت‌های مذکور بین جنس‌ها و بین کودکان و بزرگسالان می‌باشد. در بخش قبلی، بر تغییرات اندازه بدن و عملکرد (مثل توان هوازی و قدرت) با سن بیولوژیکی تاکید شد. به دلیل اینکه کودکانی با سن یکسان، نمی‌توانند همگی از زمان‌بندی و سرعت رشد بیولوژیکی یکسانی پیروی کنند (مثلاً وجود بلوغ‌های زودرس، متوسط و دیررس)، ضروری است در هنگام بررسی فیزیولوژی ورزش مربوط به کودکان به بلوغ بیولوژیکی توجه نمائیم. به دنبال این بحث، از یک مثال رفتاری از شرکت در فعالیت بدنی استفاده می‌شود تا اهمیت کنترل کردن سن بیولوژیکی اثبات گردد. بسیاری از مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که شرکت در فعالیت بدنی در دوران نوجوانی کاهش می‌یابد و این کاهش در فعالیت بدنی، در دختران نسبت به پسران مشهودتر می‌باشد. اما اکثر پژوهش‌ها پیشرفت فعالیت بدنی را ورای سن تقویمی تخمین می‌زنند، بدون این که سن بیولوژیکی را محاسبه نمایند. شکل ۷-۱۱ الف، رشد فعالیت بدنی پسران و دختران را به وسیله سن تقویمی نشان می‌دهد. در هر دو جنس، فعالیت بدنی با افزایش سن تقویمی کاهش می‌یابد و فعالیت بدنی دختران نسبت به پسران کمتر می‌باشد. شکل ۷-۱ ب همان داده‌ها را نشان می‌دهد اما زمانی که بر مبنای سن بیولوژیکی تنظیم شده‌اند (سال‌های بعد از اوج سرعت قد). زمانی که بر مبنای سن بیولوژیکی تنظیم می‌شوند کاهشی

در فعالیت بدنی در هر دو جنس وجود دارد. اما طولی نمی‌کشد که تفاوت‌های جنسی آشکار می‌شوند (جدا از سه سال قبل از اوج سرعت قد). اگر چه فقط یک مطالعه انجام شده است که اطلاعات آن به تفاوت‌های بلوغ بین جنس‌ها (مثلاً به طور متوسط، دختران زودتر از پسران بالغ می‌شوند) اشاره می‌کند؛ اما آن تنها دلیلی است که بدون تناقض اثبات می‌کند که چرا دختران نسبت به پسران در دوره نوجوانی در فعالیت‌های بدنی، کمتر شرکت می‌کنند. این مثال به اهمیت کنترل کردن متغیرهای بلوغ بیولوژیکی در مطالعات کودکان تاکید می‌ورزد.

خلاصه

در متون علمی کودکان، واژه بلوغ معمولاً به اندازه پیشرفت افراد در وضعیت‌های بلوغی اطلاق می‌شود. فرایند بلوغ، در سرتاسر دوره کودکی و نوجوانی به صورت مداوم می‌باشد. دختران بطور متوسط، آغاز بلوغ را حدود دو سال زودتر از پسران تجربه می‌کنند و برای مدت کوتاه‌تری اغلب قد بلندتر و سنگین‌تر از پسران می‌شوند. اگر چه تمام افراد جوان از الگوی یکسان رشد از طفولیت تا بلوغ کامل پیروی می‌کنند اما تغییر قابل ملاحظه‌ای بین و درون جنس‌ها و هم در زمان و اندازه این تغییرات وجود دارد. برای مثال، در افراد جوان با سن زمانی یکسان، برخی ممکن است کاملاً بالغ شده باشند در حالی که بقیه هنوز منتظر شروع مرحله بلوغ هستند.

در دوران نوجوانی، تفاوت‌های جنسی در ساختمان بدن به شدت افزایش می‌یابد؛ که عمدتاً ناشی از متمایز بودن عملکرد هورمون‌های جنسی می‌باشد. پسران نوجوان به طور قابل ملاحظه‌ای بلندتر می‌شوند و شانه‌های پهن‌تری پیدا می‌کنند، در حالی که در دختران قطر لگن بیشتر می‌شود و ذخایر چربی در بافت‌های مختلف بدن همچون سینه افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۷ فعالیت فیزیکی (PA) (۱: پایین، ۵: بالا) رشد پسران و دختران با سن تقویمی و سن بیولوژیکی (سال‌هایی از سن در اوج سرعت قد). Δ : PA میانگین $\pm$ انحراف استاندارد) بوسیله دسته‌های سنی تقویمی. $\square$: میانگین $\pm$ انحراف استاندارد) بوسیله دسته‌های سن بیولوژیکی، $P < 0.05$

همچنین پسران، مقدار قابل ملاحظه‌ای بافت بدون چربی، نسبت به دختران ذخیره می‌کنند. افزایش در اندازه اسکلت و وزن عضله منجر به قدرت زیاد در مردان می‌شود. در یک گروه سنی بلوغ زودرس‌ها بطور متوسط، قد بلندتر و سنگین‌تر هستند و توده بدون چربی (به‌ویژه پسران) و توده چربی (به‌ویژه دختران) بیشتری نسبت به دیر بلوغ‌ها دارند. اثرات بلوغ کودکان، بر جنبه‌های بیولوژیکی ممکن است پوشانده شود یا نسبت به اثرات وابسته به داشتن فعالیت فیزیکی یا فعالیت ورزشی بیشتر باشند. بنابراین علوم ورزش کودکان باید شامل برآورد سن بیولوژیکی در طرح مطالعاتی باشد، تا از این روش بتوان اثرات مخل را کنترل نمود.

سه شاخص جامع و پرکاربرد بلوغ بیولوژیکی شامل: بلوغ اسکلت (سن اسکلتی براساس ارزیابی استخوان‌های دست و مچ دست)، ظهور مشخصات جنسی ثانویه (اندام‌های تناسلی در پسران، سینه در دختران و موی زهاری در هر دو جنس)، و زمان رشد حداکثر قد در طی جهش رشد نوجوانی (سن اوج سرعت قد) می‌باشد. در دوران نوجوانی، شاخص‌های بلوغ اسکلتی، جنسی و بدنی همبستگی متوسط به بالایی دارند. بنابراین هیچ یک از این شاخص‌ها، توصیف کاملی از زمان رشد و بلوغ ارائه نمی‌دهد. توصیه شده است که برای مقایسه‌های ویژه جنسیت، هر یک از روش‌های بحث شده مناسب هستند، اما برای مطالعاتی که مقایسه‌های جنسی را انجام می‌دهند، از سن اسکلتی یا یکی از شاخص‌های بدنی باید استفاده شود.

نکات کلیدی

۱. رشد، تکامل و بلوغ بیولوژیکی اصطلاحاتی هستند که در متون علمی کودکان به جای هم به کار می‌روند. رشد به تغییراتی در اندازه یک فرد، مثل اندازه کل و یا اندازه بخشی از بدن گفته می‌شود. بلوغ بیولوژیکی پیشرفت به سمت حالت بلوغ است. تکامل به اکتساب شایستگی رفتاری یا فرایند متمایز شدن در طی زندگی پیش از تولد اطلاق می‌شود.
۲. سه نوع طرح مطالعاتی وجود دارد که در بررسی‌های رشد کودکان مورد استفاده قرار می‌گیرند: طولی، مقطعی و طولی-ترکیبی. در مطالعات مقطعی، اندازه‌گیری‌های واحدی از افرادی که در سن تقویمی متفاوتی هستند گرفته می‌شود. مطالعات طولی همان افراد را در کل طول دوره مورد سنجش قرار می‌دهد و حداقل باید سه سری اندازه‌گیری برای هر فرد انجام شود. در یک مطالعه طولی-ترکیبی یا تعدادی از مطالعات طولی نسبتاً کوتاه که تعداد زیادی از دامنه سنی را در بر می‌گیرد، به هم می‌پیوندند یا برخی افراد مکرراً سنجش می‌شوند و بقیه تنها یک بار اندازه‌گیری می‌شوند. مطالعات مقطعی، نمی‌توانند اطلاعاتی در مورد زمان‌بندی و سرعت رشد افراد تأمین کنند.
۳. بافت‌ها و سیستم‌های بدن از چهار الگوی رشد پیروی می‌کنند: عصب شناسی، جنسی، عمومی و لنفاوی.
۴. مردان نسبت به زنان، براساس رسیدن به قد نهایی، بطور متوسط ۱۳ سانتی‌متر، قد بلندتر می‌باشند. به این دلیل که پسران بطور متوسط دو سال رشد قبل از نوجوانی را بیشتر تجربه می‌کنند و اندازه رشد

قد آن‌ها در اوج سرعت قد، بیشتر است.

۵. در دوران نوجوانی، پسران پهن شدن شانه‌ها را نسبت به لگن‌ها و دختران پهن شدن لگن‌ها را نسبت به شانه‌ها تجربه می‌کنند. این موضوع می‌تواند در دوران نوجوانی، به قدرت بالاتر بالاتنه در پسران و حس بهتر تعادل (به علت مرکز ثقل پایین‌تر) در دختران مرتبط باشد.

۶. هر فرد سالمی از الگوی یکسانی در رشد از طفولیت تا بلوغ پیروی می‌نماید. هر چند تغییر قابل ملاحظه‌ای بین و درون جنس‌ها در زمان و اندازه‌ی این تغییرات وجود دارد. این موضوع موجب می‌شود که کودکان هم سن و سال در درجه بلوغشان با هم متفاوت باشند. معمول‌ترین روش‌های کاربردی برآورد بلوغ بیولوژیکی شامل: برآورد سن اسکلتی، مشخصات جنسی ثانویه، وضعیت قاعدگی و یا مشخصات بدنی می‌باشند.

۷. اگر چه در مجموع، همبستگی بین زمان‌بندی شاخص‌های بلوغ متوسط به بالا است، اما متغیر قانع کننده‌ای وجود دارد که پیشنهاد می‌کنند هیچ سیستم واحدی توصیف کاملی از زمان‌بندی بلوغ بیولوژیکی در طی نوجوانی ارائه نمی‌دهد. ناهماهنگی بین شاخص‌ها، بازتابی از تغییرات فردی در زمان‌بندی و سرعت رشد بلوغ بدنی و جنسی می‌باشد و نگرانی‌های روش شناسی در هنگام ارزیابی را موجب می‌شوند.

۸. در یک گروه سنی، افراد با بلوغ زودرس بطور میانگین، بلند قدتر و سنگین‌تر هستند و توده بدون چربی (به‌ویژه پسران) و توده چربی (به‌ویژه دختران) بیشتری، نسبت به افراد با بلوغ دیررس دارند. هر چند افراد با بلوغ زود، متوسط و دیررس بطور متوسط به قد بزرگسالی همانندی می‌رسند.

۹. اثرهای بلوغ بیولوژیکی کودکان ممکن است پنهان شوند یا نسبت به اثرات مرتبط با انجام فعالیت بدنی یا فعالیت ورزشی، بیشتر باشند. بنابراین، بلوغ بیولوژیکی باید در مطالعات فیزیولوژی ورزشی کودکان در نظر گرفته شود.

۱۰. رشد و بلوغ افراد، به هر دوی ژنوتیپ و فنوتیپ کودک بستگی دارد. یک ژنوتیپ سازندهی ژنتیک کودک است. فنوتیپ یک کودک مشخصات بدنی یا فیزیولوژیکی است که توسط ژنوتیپ در ارتباط با محیط زیست ایجاد می‌شود.

۱۱. با تحریک تخمدان‌ها و بیضه‌ها بوسیله گونادوتروپین‌ها (بنام هورمون محرکه فولیکولی و هورمون لوتئینی) که از غده هیپوفیز قدامی ترشح می‌شوند و افزایش تولید استروئیدهای جنسی توسط غدد جنسی، وقایع وابسته به بلوغ، شروع و تنظیم می‌شوند. استروئیدهای جنسی تأثیراتی بر رشد عضلانی، تجمع چربی و تغییراتی در شکل در طی مرحله نوجوانی دارند. از این رو، بسیاری از تفاوت‌های جنسی در ساختمان بدن در حین نوجوانی، بیشتر به علت فعالیت هورمون‌ها می‌باشند.

References

- Armstrong N, Welsman J 1997 Young people and physical activity. Oxford University Press, Oxford
- Bailey D A 1997 The Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study: bone mineral acquisition during the growing years. *International Journal of Sports Medicine* 18:191–194
- Baxter-Jones A D G, Eisenmann J C, Sherar L B 2005 Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science* 17:18–30
- Bayley N, Pinneau S R 1952 Tables for predicting adult height from skeletal age: revised for use with the Greulich–Pyle hand standards. *Journal of Pediatrics* 40:423–441
- Cameron N 2002 Human growth and development. Academic Press, San Diego
- Greulich W W, Pyle S I 1959 Radiographic atlas of the skeletal development of the hand and wrist. Stanford University Press, Palo Alto, CA
- Iuliano, Burns S, Mirwald R L, Bailey D A 2001 Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology* 13:1–8
- Kemper H C, Verschuur R 1981 Maximal aerobic power in 13 and 14 year old teenagers in relation to biologic age. *International Journal of Sports Medicine* 2:97–100
- Khamis H J, Roche A F 1994 Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis–Roche method. *Pediatrics* 94:504–507
- Malina R M, Bouchard C, Bar-Or O 2004 Growth, maturation and physical activity, 2nd edn. Human Kinetics, Champaign, IL
- Mirwald R L 1978 Saskatchewan growth and development study. In: Ostry M, Beunen G, Simons J (eds) *Kinanthropometry II*. University Park Press, Baltimore, p 289–305
- Mirwald R L, Baxter-Jones A D, Bailey D A, Beunen G P 2002 An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34:689–694
- Reynolds E L, Wines J V 1948 Individual differences in physical changes associated with adolescence in girls. *American Journal of Diseases of Children* 75:329–350
- Reynolds E L, Wines J V 1951 Physical changes associated with adolescence in boys. *American Journal of Diseases of Children* 82:529–547
- Roche A F, Wainer H, Thissen D 1975a Monographs in paediatrics, 3rd edn. Karger, Basel
- Roche A F, Wainer H, Thissen D 1975b The RWT method for prediction of adult stature. *Pediatrics* 56:1026–1033
- Roche A F, Tyleshevski F, Rogers E 1983 Non-invasive measurements of physical maturity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 54:364–371
- Scammon R E 1930 The measurement of the body in childhood. In: Harris J A, Jackson C M, Paterson D G, Scammon R E (eds) *The measurement of man*. University of Minnesota Press, Minneapolis, p 173–215
- Sherar L B, Baxter-Jones A D, Mirwald R L 2004 Limitations to the use of secondary sex characteristics for gender comparisons. *Annals of Human Biology* 31:586–593
- Sherar L B, Mirwald R L, Baxter-Jones A D G, Thomis M 2005 Prediction of adult height using maturity based cumulative height velocity curves. *Journal of Pediatrics* 14:508–514
- Tanner J M 1962 Growth at adolescence, 2nd edn. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Tanner J M 1989 Foetus into man. Physical growth from conception to maturity, 2nd edn. Castlemead Publications, London
- Tanner J M, Whitehouse R H, Cameron N et al 1983 Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height, 2nd edn. Academic Press, New York
- Tanner J M, Healy M J R, Goldstein H, Cameron N 2001 Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method), 3rd edn. Saunders, London
- Thompson A M, Baxter-Jones A D, Mirwald R L, Bailey D A 2003 Comparison of physical activity in male and female children: does maturation matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35:1684–1690

خواندنی‌های بیشتر

- Kemper H C G Amsterdam growth and health longitudinal study: A 23 year follow up from teenager to adult about lifestyle and health. In: Borms J, Hebbelinck M, Hills A P (eds) *Medicine and sports science*, 4. Karger, Basel
- Ulijaszek S J, Johnston F E, Preece M A 1998 The Cambridge encyclopedia of human growth and development. Cambridge University Press, Cambridge