المپیک
فصلنامه
سال چهاردهم – شماره ۲ (پیاپی ۳۴) تابستان ۱۳۸۵

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۲/۲۱
تاریخ تصویب: ۸۵/۳/۲

رابطهٔ بین قدرت و طول اندام تحتانی با طول و تواتر گام و سرعت متوسط در دوی سرعت

° **دکتر حمید محبی**؛ دانشیار دانشگاه گیلان
°° **سید علی حسینی**؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی
°°° **طاهر افشارنژاد**؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی
°°°° **سید محمد نیازی**؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

چکیده: هدف از اجرای این پژوهش، بررسی رابطهٔ بین قدرت و طول اندام تحتانی با طول گام، تواتر گام و سرعت متوسط دونده در دوی سرعت بود. آزمودنیهای این تحقیق را ۳۰ ورزشکار پسر دبیرستانی (با میانگین سن ۱/۲۹ ۱۶/۸ K سال، میانگین قد ۵/۰۱ ۱۷۳/۸ K سانتی متر، میانگین وزن ۵/۲ ۷۱/۱۸ K کیلوگرم و میانگین سابقهٔ ورزشی ۰/۴۵ ۳/۲ K) تشکیل دادند که طول اندام تحتانی و یک تکرار بیشینهٔ مربوط به عضلات چهارسر رانی (پرس پا) و سه سر ساقی (بلند شدن روی پنجه پا) اندازه گیری شدند. همچنین، رکورد دوی سرعت ۱۰۰متر آزمودنیها و طول و تواتر گام آنها هنگام دویدن با استفاده از کرونومتر و دوربین فیلمبرداری اندازه‌گیری شدند. این پژوهش نشان داد که ارتباط معناداری بین قدرت عضلات اندام تحتانی با طول گام و سرعت دویدن وجود داشت ($P\leq0.05$). همچنین بین طول پا و طول گام، ارتباط معنادار و مثبت و بین طول گام و تواترگام رابطهٔ معنادار معکوسی وجود داشت. با توجه به نتایج این تحقیق و به دلیل اینکه طول پا و تواتر گام دو خصوصیت تقریباً ارثی است، پیشنهاد شد که دوندگان، رکورد خود را با افزایش طول گام از طریق افزایش قدرت اندام تحتانی بهبود بخشند.

واژگان کلیدی: قدرت اندام تحتانی، طول پا، طول گام، تواتر گام، سرعت دویدن مقدمه

مقدمه

یک عملکرد کارامد و مؤثر در دوی سرعت، به ترکیب مطلوبی از متغیرهای بیومکانیک و عاملهای خارجی مانند مقاومت هوا، سختی زمین و کفش بستگی دارد (۱). عقیده براین بود که سرعت دویدن را می‌توان با توجه به رویکردهای آناتومیک و فیزیولوژیک که هر دو پارامتر طول گام و تواتر

E-mail: mohebbi_h@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

گاما افزایش می دهند، بهبود بخشید(۲۵). طول گام و تواتر گام، دو پارامتر به وجود آورندهٔ مؤلفهٔ سرعت افقی دوی سرعت به شمار می‌روند. براین اساس، افزایش یکی از این عاملها باعث افزایش سرعت دویدن می شود و این افزایش تا زمانی پایدار می‌ماند که عامل دیگر کاهش نیابد(۱۳).

عامل دیگری که می تواند در کسب موفقیت دوندگان مطرح شود، ساختار و ویژگیهای بدنی است که در بیشتر رشته‌های ورزشی نقش مهم و اساسی دارد. بنابراین، شناخت ویژگیهای بدنی و ساختاری مناسب و بررسی چگونگی تأثیر آنها بر عملکرد می تواند در سطوح قهرمانی بسیار کارساز و مؤثر باشد(۱). در دوی سرعت، داشتن پاهای قلمی و کوتاه با تارهای عضلانی تند انقباض به دلیل سرعت بیشتر جابه جایی، تواتر گام را افزایش می‌دهد و از طرف دیگر، داشتن پاهای بلند به دلیل اینکه نیروی پیشروندهٔ بیشتری را فراهم می‌آورد، باعث افزایش طول گام می شود (۱۵و۲۴). طول پاها بر سرعت دونده بی‌تأثیر نیست و هنوز مشارکت واقعی آن در سرعت‌های بالای دوندگان شناخته نشده است(۲۴). افزایش تواتر گام در دوندگان سرعت با کاهش طول دورهٔ تاب برداشتن گامها در هوا، کاهش دورهٔ تماس پاها در زمین و کاهش طول گامها همراه است (۷ و ۱۱). می توان به این نکته اشاره کرد که بر اثر افزایش طول گام ممکن است این امر آثار منفی روی تواتر گام بگذارد یا برعکس، برهم کنش منفی بین آنها به وجود آورد. این برهم‌کنش هرچند قبلاً در برخی تحقیقات (۹و۱۶) مورد بحث قرار گرفته، اما مستقیماً مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته است؛ به ویژه منابع و عاملهایی که باعث ایجاد این برهم کنش منفی می شوند و آثار نسبی این عاملها به طور مناسبی مشخص نشده‌اند. برای مشخص کردن عاملهای مؤثر در این **برهم کنش منفی**[1] توجه به پارامترهای تعیین کنندهٔ طول گام و تواتر گام مفید است. قدرت عضلات و طول اهرم‌ها مانند طول پا در دوندگان متفاوت است و این اندازه ها می توانند به عنوان عامل مؤثر در نیروی گشتاور به حساب آیند. از نظر تئوریک، این اندازه ها در طول گام و تواتر گام اثر می‌گذارند. **هانتر و همکارانش**[2] (۲۰۰۴) نقش قدرت عضلات پا را به عنوان منبع تولید نیرو به دلیل افزایش در سرعت عمودی و تیک آف روی سرعت دونده با اهمیت ذکر کرده اند(۱۳). **ویاند و همکارانش**[3] (۲۰۰۱) در مورد اهمیت قدرت و نقش آن در دوی سرعت بیان می‌دارند که طول گام و تواتر گام، تنها عامل تفاوت در حداکثر سرعت دوندگان زبده نیست، بلکه نیروی دونده نیز عامل مهمی به شمار می رود(۲۵). همچنین **میشل و همکارانش**[4] (۱۹۹۵) نیز گزارش کرده اند که دوندگان سریع‌تر، از قدرت نسبی بیشتری در اندام تحتانی خود برخوردارند(۱۹). **کاواگنا و همکارانش**[5] (۱۹۸۸) چنین بیانمی‌دارند که دوندگان سریع به دلیل نیروی حمایتی بیشتر طول گام بلندتری برمی‌دارند(۵). تحقیقاتی که اهمیت نسبی در مورد مفید بودن زیاد کردن طول گام یا افزایش تواتر گام را برای افزایش سرعت مورد مطالعه قرار دادند، نتایج قطعی گزارش نکردند (۱۳). **آرمسترنگ**[6] (۱۹۹۴) عقیده دارد که داشتن طول گام بیشتر در دوهای سرعت لزوماً به داشتن پاهای بلند نیاز ندارد (۲). وی همچنین اظهار می‌دارد که در سرعتهای بالا، افرادی که دوندهٔ سرعت بودند، گامهای خود را به طور قابل

1. Negative interaction
2. Hunter et al
3. Weyand et al
4. Mechel et al
5. Cavagna et al
6. Armstrong

Archive of SID

www.SID.ir

ملاحظه ای بلندتر از افرادی برداشتند که دوندهٔ سرعت نبودند، درصورتی که طول پاهای آنها یکسان بود. تحقیق هانتر و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان داد که طول پا، ارتفاع تیک آف وسرعت عمودی تیک آف مجموعه عاملهای احتمالی بودند که موجب برهم کنش منفی بین طول گام و تواتر گام شدند. آنها همچنین اظهار داشتند که طول گام بسیار بلند و میزانی تواتر گامی که از دوندگان سرعت نخبه به دست آمد، فقط از طریق تکنیکی امکانپذیر بود که سرعت افقی بالاتر و سرعت عمودی کمتر تیک آف را دربرگرفت. اما به هر حال، سرعت عمودی بزرگ‌تر تیک آف ممکن است زمانی مفید واقع شود که ورزشکار خسته شده است و برای حفظ یک تواتر گام بالا تلاش می کند (۱۳). **سینینگ و فوریست**[1] (۱۹۷۰) در پژوهش خود اعلام کردند که افزایش در سرعت دو، ترکیبی از افزایش در طول گام و تواتر گام است و تواتر گام در سرعتهای بالاتر عامل مهم‌تری به شمار می‌رود (۱).

برخی تحقیقات به شناخت عاملهای مؤثر در سرعت دونده و ارتباط این عاملها با یکدیگر به ویژه در دوی سرعت پرداختند، اما اینکه بین قدرت عضلات دونده و طول اندام تحتانی آنها با دو پارامتر طول و تواتر گام هنگام دویدن چه رابطه ای وجود دارد و برهم‌کنش بین مجموع این عاملها چه تأثیری بر این پارامترها می گذارد، کاملا مشخص نیست. بنابراین، پژوهش حاضر به بررسی ارتباط بین طول و قدرت اندام تحتانی با طول گام، تواتر گام و سرعت دویدن در دوی سرعت پرداخته است.

روش شناسی تحقیق

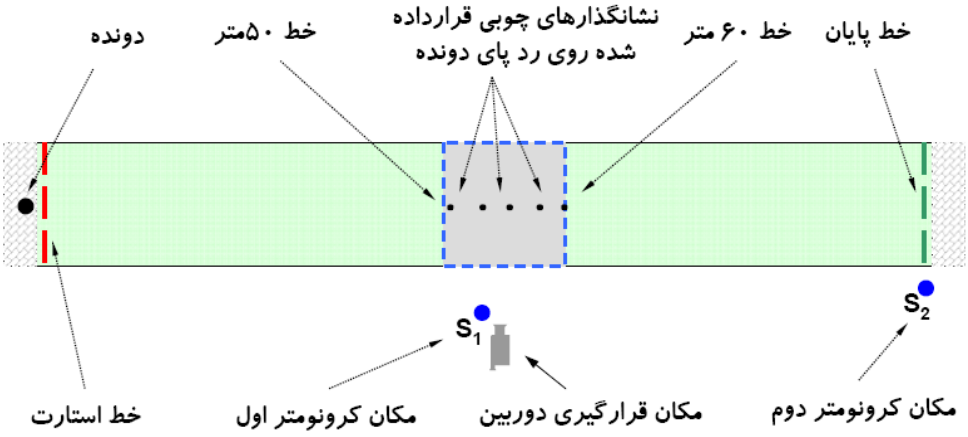
پژوهش حاضر از نوع توصیفی است و ماهیت نیمه تجربی دارد. آزمودنیهای تحقیق را ۳۰ ورزشکار پسر سالم با میانگین سن ۱/۲۹± ۱۶/۸سال، میانگین قد ۵/۰۱ ± ۱۷۳/۸ سانتی متر، وزن ۵/۲ ± ۷۱/۱۸ کیلوگرم و میانگین سابقهٔ ورزشی ۰/۴۵±۳/۲ تشکیل دادند. پس از برگزاری جلسهٔ توجیهی برای آزمودنیها و دریافت فرم رضایتنامه، طول اندام تحتانی (طول پا) به وسیلهٔ متر نواری و براساس روشهای استاندارد اندازه گیری شد(۱۷).

حداکثر قدرت یا تکرار بیشینهٔ (1-RM) مربوط به عضلات چهارسررانی و گروه عضلات سه سرساقی آزمودنیها، به ترتیب با استفاده از دستگاه پرس پا و بلند شدن روی پنجه پا اندازه گیری شد. قبل از اجرای آزمون، آزمودنی به مدت ۱۰ دقیقه با تأکید بر اندام تحتانی به گرم کردن پرداخت. قبل از اجرای آزمون اصلی، آزمودنی چند تکرار زیر بیشینه را به منظور آشنایی و آمادگی با آزمون اجرا کرد. برای محاسبهٔ یک تکرار بیشینه از روش پیشنهادی ایفرد $\{1RM = Bar\ \ Wt_{kg} \div 1-(0.02\times Reps)\}$ استفاده شد (۲۱).

در مرحلهٔ بعد، از آزمودنیها خواسته شد که پس از گرم کردن بدن با تأکید بر اندام تحتانی به مدت ۱۰ دقیقه، برای اندازه‌گیری فاکتورهای مورد مطالعه، مسافت ۱۰۰ متر را در پیست با حداکثر تلاش خود بدوند. برای اندازه گیری رکورد دوی سرعت از کرونومتر استفاده شد. برای محاسبهٔ تواتر گام زمان دقیق ۱۰متر بین ۵۰ تا ۶۰ متر مسیر پیست (به دلیل اینکه دوندگان دوی ۱۰۰ متر در فاصلهٔ ۵۰ تا ۶۰ متر به حداکثر سرعتشان می‌رسند) از دوربین فیلمبرداری (۶۰تصویر در ثانیه) و کرونومتر استفاده شد (۱). برای این منظور، از لحظهٔ حرکت دونده در این فاصله فیلمبرداری شد، سپس با پوشش فریم به

1. Sinnig & Forsyth

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱. پیست خاکی و مکان قرارگیری ابزارهای اندازه‌گیری

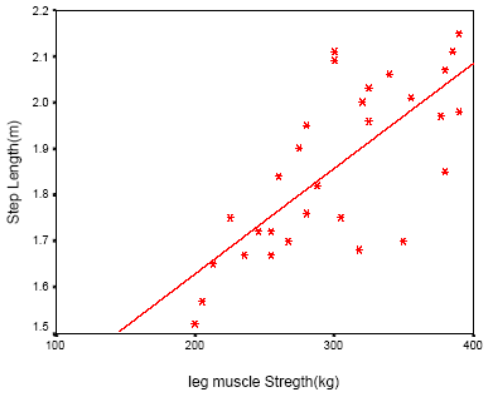
فریم تصویر ویدئویی و دقت بیشتر زمان دقیق بین لحظهٔ برخورد اولین گام پس از فاصلهٔ ۵۰ متر با زمین تا لحظه برخورد پا در آخرین گام قبل از فاصلهٔ ۶۰ متر محاسبه شد(۱). برای این منظور با استفاده از نرم افزار مخصوص نمایش تصویر ویدئویی، فیلم تصویر به تصویر نمایش داده شد تا تصویر مربوط به زمان برخورد اولین گام بعد از خط ۵۰ متر و آخرین گام قبل از خط ۶۰ متر مشخص شود. سپس، تفاوت زمان مربوط به این دو تصویر مشخص و برای به دست آوردن تواتر متوسط گام بر تعداد گامها در این فاصله تقسیم می‌شد. عدد به دست آمده نیز به عنوان تواتر گام دوندگان مورد استفاده قرار گرفت. دقت پوشش فریم به فریم ۰/۰۱۶ ثانیه بود. تعداد گامها و میانگین طول گامها با استفاده از نشانگذارهای چوبی و متر نواری فلزی براساس آثار به جامانده روی سطح پیست در فاصلهٔ ۵۰ تا ۶۰ متری مسیر اندازه گیری شد **(شکل ۱)**.

برای توصیف یافته ها از روشهای آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و برای بررسی روابط بین متغیرها با توجه به هدفهای تحقیق، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معناداری مورد استفاده در این تحقیق برای تمام فرضیات $P\leq ۰/۰۵$ بود و محاسبات آماری به وسیلهٔ نرم افزار SPSS انجام شد.

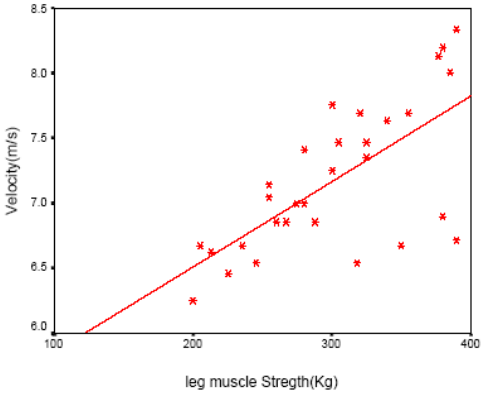
جدول۱. میانگین و انحراف معیار اندازه های به دست آمده از متغیرهای تحقیق

طول اندام تحتانی (Cm)	قدرت عضلات پا			رکورد دوی ۱۰۰متر (ثانیه)	طول گام (Cm)	تواتر گام (Cm)
	قدرت عضلات چهارسرانی Leg Press (Kg)	قدرت عضلات سه سر ساقی Calf raise (Kg)	مجموع قدرت اندام تحتانی (Kg)			
۹۰/۳۸K۲/۸۹	۲۰۱/۴K۳۴/۶	۹۹/۲۸K۲۴/۲۲	۳۰۰/۷۶K۵۸/۴۳	۱۴/۰۳K۱/۰۷	۱۸۵K۱۸	۳/۸۷K۰/۲۵

Archive of SID
www.SID.ir



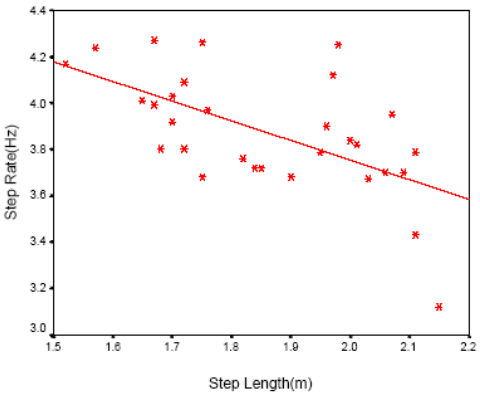
نمودار ۱. ارتباط بین طول گام و قدرت عضلات پا در دوی سرعت



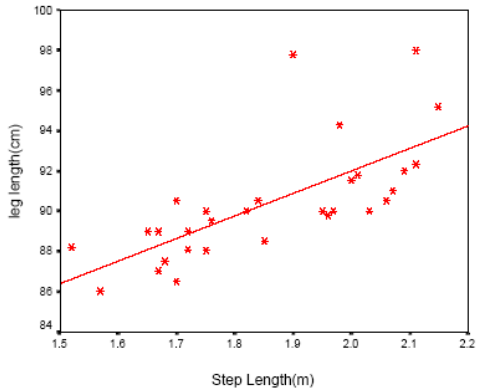
نمودار ۲. ارتباط بین قدرت عضلات پا و سرعت متوسط در دوی سرعت

نتایج تحقیق

میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق شامل طول پا، قدرت عضلات پا، رکورد دوی ۱۰۰متر، طول گام و تواتر گام در جدول (۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهند که بین قدرت عضلات پا (مجموع قدرت عضلات چهارسرانی و سه سرساقی) و سرعت متوسط دونده ارتباط معناداری وجود دارد (r=۰/۶۷ و P≤0.01) (نمودار ۲) همچنین بین قدرت عضلات چهارسران (پرس پا) و سرعت متوسط ارتباط معناداری وجود دارد (r =۰/۶۸ و P≤0.01). این ارتباط بین قدرت عضلات سه سرساقی و سرعت متوسط نیز مشاهده شده است (r=۰/۶۵ و P≤0.01). همچنین نتایج نشان می دهد که بین قدرت عضلات پا و طول گام ارتباط معناداری وجود دارد (r=۰/۷۳ و P≤0.01) (نمودار ۱). همچنین بین قدرت عضلات چهارسران و طول گام (r=۰/۷۴ و P≤0.01) و بین قدرت عضلات سه سر ساقی و طول گام نیز ارتباط معناداری (r=۰/۷۲ و P≤0.01) وجود دارد.



نمودار ۳. ارتباط بین طول گام و تواتر گام در دوی سرعت



نمودار ۴. ارتباط بین طول پا و طول گام در دوی سرعت

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین، نتایج تحقیق نشان می‌دهند که بین طول پا و طول گام نیز ارتباط معناداری وجود دارد (r=۰/۶۹ و P≤0.01) (**نمودار۳**). ارتباط معنادار و معکوسی نیز بین طول پا و تواتر گام مشاهده می‌شود (r=-۰/۶ و P≤0.01) (**نمودار٤**). همچنین ملاحظه می شود که بین طول گام و تواتر گام ارتباط معنادار و معکوسی وجود دارد (r=-۰/۵۹ و P≤0.01).

بحث و نتیجه گیری

تحقیقات گوناگون، حاوی دیدگاههای متفاوتی در مورد اهمیت نسبی توسعهٔ طول گام یا بالا بردن تواتر گام و اثر متقابل آنها با پارامترهای دیگر در دوی سرعت هستند (۲۵). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند که ارتباط معناداری بین قدرت اندامهای تحتانی و طول گام وجود دارد. همچنین ارتباط معناداری بین قدرت عضلات اندام تحتانی و سرعت دونده در دوی ۱۰۰ متر مشاهده شده است. ویاند و همکارانش (۲۰۰۰) نیز در پژوهش خود بیان کردند که تفاوت در حداکثر سرعت دوندگان نباید تنها با تواتر گام و طول گام سنجیده شود، بلکه باید مقدار نیرویی را که دونده به کار می گیرد، مدنظر قرار داد (۲۴). برای این موضوع نیز دلایلی ذکر شده است. اول، **زمان تاب خوردن**[1] مقدار بسیار زیادی از طول دورهٔ گام را دربرمی گیرد و بنابراین، اولین فاکتور مشخص کنندهٔ تواتر گام دوندگان به شمار می‌رود و دامنه‌ای از تواتر گام را که دوندگان در سرعتهای متفاوت استفاده می کنند، محدودتر می کند و به این ترتیب، تغییرات اندکی در تواتر گام در سرعتهای بالا انتظار می رود. دوم، شواهد نشان می دهند که فاصلهٔ رو به جلویی که بدن در طول دورهٔ تماس می‌پیماید، در سرعتهای متوسط و بالا تفاوت محسوسی نمی کند(۱۴و۱۸). به نظر می‌رسد که قدرت و به خصوص قدرت اندامهای تحتانی در دوندگان ۱۰۰ متر، عامل مهمی است و اغلب تحقیقات نیز این موضوع را تأیید کرده اند؛ چنان که میشل و همکارانش (۱۹۹۵) قدرت اندامهای تحتانی را در دوندگان ۱۰۰ متر که سطوح اجرایی متفاوتی داشتند، مقایسه کردند و بین سه گروه موردنظر خودتفاوت معناداری مشاهده کردند. به این ترتیب که در گروه دوندگان سریع‌تر، قدرت نسبی بالاتری در اندامهای تحتانی نسبت به گروه با سرعت متوسط و یا کند مشاهده کردند و گروه با سرعت متوسط نیز قدرت نسبی بالاتری در اندامهای تحتانی نسبت به گروه کند داشتند (۱۹). بنابراین، دوندگان سریع به این دلیل که نیروی حمایتی بزرگ‌تری را به کار می برند، طول گام خود را به طور قابل ملاحظه ای بلندتر برمی‌دارند (۵ و ۶). در هر سرعتی، به کارگیری نیروی بیشتر در مقابل گرانش، سرعت عمودی دونده را در تیک آف افزایش می‌دهد و موجب می‌شود که هر دو پارامتر زمان قرارگرفتن فرد در هوا و فاصله ای که او در این زمان رو به جلو می پیماید در بین گامها افزایش یابد. بنابراین، قدرت عضلات پا به عنوان منبع تولید نیروی دونده در دوی سرعت می تواند در سرعت دونده تأثیر بگذارد (۱۳).

در این پژوهش، بین طول اندام تحتانی (پا) و طول گام ارتباط معناداری مشاهده شد. همچنین بین طول اندام تحتانی و تواتر گام و همچنین بین طول گام و تواتر گام نیز ارتباط معنادار و معکوسی مشاهده شد، اگرچه که همبستگی اخیر ضعیف‌تر از همبستگی بین دو پارامتر قبلی بود. نتایج تحقیقات **هافمن**[2] (۱۹۷۱) روی دوندگان سرعتی مرد نشان دادند که در طول

1. Flight time
1. Hoffman

Archive of SID

www.SID.ir

دوی ۱۰۰متر همبستگی بالایی بین قد و طول پای دونده با میانگین طول گام او وجود داشت، همچنین همبستگی بالا و معکوسی نیز بین اندازه های قد و طول پا با میانگین تواتر گام دونده وجود داشت. این نتایج در تحقیقات دیگر نیز گزارش و تأیید شدند (۱ و ۲۲). به بیان دیگر، با افزایش قد و طول پـای دونده، میانگین تواتر گام او کاهش می یابد (۱۲). پژوهش **روپرت و همکارانش**[1] (۱۹۹۸) نشان داد که پایین بودن تواتر گام در ورزشکارانی که پاهای بلندتری داشتند، احتمالا ناشی از بیشتر بودن گشتاور اینرسی مربوط به پاهای بلندتر بود. آنها همچنین بیان کردند که افزایش گشتاور اینرسی اندام تحتانی بر میزان تواتر گام تأثیر منفی می‌گذارد، ولی بر طول گام بی‌تأثیر است (۲۳). هانتر و همکارانش(۲۰۰۴) در مورد اینکه ورزشکاران دارای پاهای بلندتر تمایل به داشتن طول گام بلندتری دارند، دو دلیل را بیان کردند: اول، ورزشکاران با پاهای بلندتر مرکز ثقل بالاتری دارند و دوم، پای این ورزشکاران زمان تماس بیشتری با زمین دارد و در نتیجه نیروی عکس‌العمل بیشتری را از زمیـن بـه دست می آورنـد (۱۳). آنها اظهار داشتند که طول پا ممکن است نقش مهمی در تعیین ترکیب طول گام و تواتر گام در دونده ایفـا کنـد؛ هرچند بـرای یـک دونده آثار طول پا نمی‌تواند تعدیل شود یا حداقل تا حد زیادی این امر امکانپذیر نیست (۱۳).

تحقیقات زیادی نیز برهم کنش منفی بین طول گام، تواتـر گام و همچنیـن ارتبـاط آنها را با سرعت دونـده مورد توجه قـرار داده‌اند. هانتـر وهمکارانـش (۲۰۰۴) در پژوهش خود نشان دادند که در بررسی افراد به طور گروهی، طول گام ارتباط معناداری با سرعت دویدن داشت در صورتی که این ارتباط بین تواتر گام و سرعت دویدن وجود نداشت. نتایج پژوهش آنها نشان دادند، ورزشکارانی با تواتر گام بیشتر، تمایل به داشتن طول گام کوتاهتری داشتند و برعکس. نتایج پژوهش آنها از این ایده حمایت نکردند که طول پا می تواند به عنوان یکی از عاملهای ایجاد کنندهٔ این برهم کنش منفی بین طول گام و تواتر گام باشد، اما در مقابل چنین نشان دادند که در یک موقعیت واقعی، سرعت عمودی تیک آف یکی از مهم‌ترین عاملهای برهم کنش بین طول گام و تواتر گام بود و زمانی که هر یک از این دو عامل سرعت عمودی یا ارتفاع تیک آف به آرامی افزایش یافت، طول گام افزایش و تواتر گام کاهش یافت، اما سرعـت دویـدن واقعاً بـدون تغییـر مـانـد (۱). **هـی**[2] (۲۰۰۲) و **دلیوا**[3] (۱۹۹۶) گزارش کردند که هنگام افزایش سرعت از یک حد ماکزیمم به حد ماکزیمم دیگر، مثلا زمانی که از ورزشکار سه آزمون سرعت گرفته شد و هر بار سعی می‌شد که با تشویق ورزشکار بر میزان سرعت او افزوده شود، در این هنگام ورزشکار افزایش سرعت خود را با افزایش تواتر گام به دست می آورد و طول گام معمولاً ثابت باقی می ماند (۸ و ۱۰). **بوسکو و همکارانش**[4] (۱۹۸۹) در پژوهش خود چنین گزارش کرداند که افزایش در سرعت دویدن به میزان حداکثر، می تواند با افزایش تواتر گام به دست آید؛ با این امکان که طول گام در بـرخی از نمونه هـا حتی می تواند کاهش یابد (۴). همچنین هافمن (۱۹۷۱) در پژوهش خود بیان کرد که در طول یک فصل کامل، دوندگان تمایل دارند که افزایش سرعت خود را با افزایش تواتر گام به دست آورند (۱۲). با توجه به نتایج گفته شده به

1. Ropert et al
2. Hey
3. Deleva
4. Bosco et al

Archive of SID
www.SID.ir

نظر می رسد که ترکیب طول گام و تواتر گام برای افزایش سرعت دونده در شرایط گوناگون متفاوت است. برای بالا بردن میزان سرعت، باید طول گام و تواتر گام یا هر دو افزایش یابد، اما زمانی که ورزشکاران را برای بالا بردن طول گام یا تواتر گام تمرین می دهیم، باید به این امر توجه کنیم که افزایش یکی از فاکتورها باعث کاهش مشابه یا بیشتر فاکتور دیگر نشود. برای شناخت عاملهای مؤثر در این برهم کنش منفی توجه به پارامترهای تعیین کنندهٔ طول گام و تواتر گام می تواند کمک کننده باشد. هی(۱۹۹۴) اطلاعات زیادی در این زمینه با عنوان «مدل تشخیصی» ارائه داد(۹). مدل وی نشان داد که طول گام و تواتر گام به چند زیرمؤلفه تقسیم می شود و در این مدل، مشخصه های هر یک از این زیرمؤلفه ها تعیین می شود. تأثیر نسبی بسیاری از این مؤلفه ها ناشناخته مانده است و نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه دارد، اما آگاهی از تأثیر نسبی هریک از این عاملها هنگامی برای مربیان بیشترین اهمیت را دارد که آنها بخواهند ورزشکار را برای افزایش طول گام و تواتر گام تمرین دهند. بنابراین، در چنین شرایطی مهم است که بدانیم توسعهٔ هر یک از فاکتورهای طول گام و تواتر گام، چگونه باعث آثار احتمالی در فاکتور دیگر می شود.

تواتر گام و جنبه های مربوط به آن نیز به عنوان فاکتورهای محدودکنندهٔ سرعت در دوی سرعت پیشنهاد شده اند(۲۴ و ۲۰). برخی محققان پیشنهاد کرده اند که یک طول گام بلند، اهمیت بیشتری نسبت به تواتر گام دارد(۳) و دیگر محققان، از این ایده حمایت کرده اند که هر دو فاکتور به یک میزان اهمیت دارند(۱۶). با وجود این دیدگاههای متفاوت، هنگامی که قصد داریم ورزشکاری را برای افزایش طول گام، تواتر گام و یا هر دو پارامتر تمرین دهیم، امکان یک برهم کنش منفی بین طول گام و تواتر گام باید مورد توجه قرار گیرد (۱۳). از آنجا که سرعت گامها به طور عمده یک خصوصیت ارثی است، اما از نظر تمرینی بین این دو عامل یعنی طول گام و تواتر گام، طول گام نقش مهم‌تری دارد و به طور طبیعی و بدون کاهش محسوس در سرعت گام، تنها از طریق بالا بردن قدرت پا می توان به طول گام افزود. بنابراین، دونده باید برای افزایش طول گام، بتواند بر نیرویی بیفزاید که در هر قدم بر زمین وارد می سازد و این امر فقط از طریق افزایش قدرت عضلانی پاها ممکن می شود. نتایج این تحقیق پیشنهاد می کنند، بدلیل اینکه طول پا و تواتر گام دو خصوصیت تقریباً ارثی است، دوندگان برای بهبود رکورد خود باید به افزایش قدرت اندام تحتانی خود مبادرت ورزند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. شهبازی مقدم، مرتضی. محدّث، فاطمه. بیات، محمدرضا، ۱۳۷۸، اندازه گیری و تحلیل بیومکانیکی نیرو، کار و توان در یک گام دونده سرعت، فصلنامهٔ المپیک، سال هفتم،شمارهٔ ۳ و ۴.

2. **Armstrong, L.E., and Cooksey, S.M. (1983). Biomechanical changes in selected collegiate sprinter due increased velocity. *Track Field & Review*, 3:10-12.**
3. **Armstrong, L., Costill, D.L., and Gehlsen, G. (1984). Biomechanical comparison of university sprinters and marathon runners. Track Tech. 87: 2781-2782.**
4. **Bosco, C., and Vittori, C. (1989). Biomechanics characteristics of sprint running during maximal and supra-maximal speed. *New studies in athletics*: 39-45.**
5. **Cavagna, G.A., Franzetti, P., Hegland, N.C., and Willems, P. (1988). The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates. J. Physiol (Lond) 399: 81-92.**
6. **Cavagna, G.A., and Kaneko, M. (1977). Mechanical work and efficiency in level walking and running. J. Physiol (Lond) 268: 467-481.**
7. **Costill, D.L., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., and Saltin, B. (1976). Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. J. Appl. Physiol. 40: 149-154.**
8. **DeLeva, P. (1996). Adjustment to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. J. Biomech. 29: 1223-1230.**
9. **Hay, J.G. (1994). The Biomechanics of Sports Techniques, 4th Ed. London: Prentice Hall international: 31-46, 396-423.**
10. **Hay, J.G. (2002). Cycle rate, length, and speed of progression in human locomotion. J. Appl. Biomech. 18: 257-270.**
11. **Heglund, N.C., Taylor, C.R., and McMahan T.A. (1988). Speed, stride frequency and energy cost per stride: how do they change with body size and gait? J. Exp. Biol. 138: 301-318.**
12. **Hoffman, K. (1971). Stature, leg length and stride frequency. Trach Tech. 43: 1463-1469.**
13. **Hunter. J.P., Marshall, R.N., and McNair, P.J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. J. med & Sci. in Sport & Exer. 36(2): 261-271.**
14. **Iversen, J.R., and McMahon, T.A. (1992). Running on an incline. J. Biomech. Eng. 114: 435-441.**
15. **Jones, J., and Lindstedt, S. (1993). Limits to maximal performance. Annu. Rev. Physiol. 55: 547-569.**
16. **Kunz, H., and Kauffman, D.A. (1981). Biomechanical analysis of sprinting: decathletes versus champions. Br. J. Sports Med. 15: 177-181.**
17. **Lohman, G.T., and Roche, F.A. (1988). Anthropometrical standardization reference manual, Human Kinetics books: 15-18.**
18. **McMahon, T.A., and Cheng, G.C. (1990). The mechanics of running: how dose stiffness couple with speed? J. Biomech. 23: 65-78.**
19. **Mechel, Y.A., Hemming, A.B., and Rotstein, S.A. (1995). Physiological characteristics of female 100 meter sprinters of different performance levels. J. Sport Med. Phys. fitness. 35: 169-175.**
20. **Mero, A., Komi, P.V., and Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of Sprint running. J. Sports Med. 13: 376-392.**
21. **Mortini, T. (1993). Neuromuscular adaptation during the acquisitions muscle strength power and motor tasks. J. Biomech. 1: 95-107.**
22. **Rompotti, K.A. (1975). Study of stride length in running. In: International Track and Field Digest: 249-256.**
23. **Ropert, R., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Matavulj, D., and Jaric, S. (1998). Effect of arm and leg loading on sprint performance. Eur. J. Appl. Physiol. 77: 547-550.**
24. **Van Ingen Schenau, J., De Koning, J.J., and De Groot, G. (1994). Optimization of sprinting performance in running, cycling and speed skating. J. Sports Med. 17: 259-275.**
25. **Weyand, P.G., Sternlight, D.B., Bellizi, M.J., and Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved wirh greater ground forces not more rapid leg movements. J. Appl Physiol, 89: 1991-1999.**

Archive of SID
www.SID.ir