فیزیولوژی دوچرخه‌سواری

(راهنمای مربیان و ورزشکاران)

نویسنده:

ادموند آر بارک

Edmund R. Burke

ترجمه:

دکتر سیّد شمس‌الدین تقوی

انتشارات کمیتهٔ ملّی المپیک جمهوری اسلامی ایران

پاییز ۱۳۸۵

بسم الله الرحمن الرحیم

فیزیولوژی دوچرخه‌سواری
انتشارات کمیتهٔ ملی المپیک جمهوری اسلامی ایران
نویسنده: **ادموند آر بارک**
ترجمه: **دکتر سیّد شمس‌الدین تقوی**
ویراستار: **مزدک انوشه**
نظارت فنی: **پرویز خاکی**
صفحه‌آرایی و طراحی جلد: **سیّد محمّد اورنگ**
لیتوگرافی: **شاهین**
چاپ: **شرکت چاپ و نشر طلایه آفاق**
نوبت چاپ: **اوّل**
تاریخ چاپ: **پاییز ۱۳۸۵**
تیراژ: **۳۰۰۰ نسخه**
قیمت: **۸۰۰۰ ریال**
حق چاپ برای ناشر محفوظ است
شابک: ٤-٥٠-٥٦٠٥-٩٦٤ ISBN: 964-5605-50-4
نشانی: **تهران، خیابان گاندی، خیابان ۱۲، شماره ٤٤، کد پستی ۱۵۱۷۸۳۳۸۱۳**
تلفن: ۸۸۷۷۹۱۳٦ ، نمابر: ۸۸۷۷۷۰۸۲
Email: nociri@nede.net Website: www.olympic.ir

سرشناسه : برک، اد، ۱۹٤۹ - م. Burke Ed
عنوان و پدیدآور : فیزیولوژی دوچرخه‌سواری: راهنمای مربیان و ورزشکاران/ نویسنده ادموند آربارک؛ ترجمهٔ شمس‌الدین تقوی.
مشخصات نشر : تهران: کمیتهٔ ملّی المپیک جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۵
مشخصات ظاهری : ٥٦ صفحه
شابک : ۸۰۰۰ ریال، 964-5605-50-4
یادداشت : فیپا
یادداشت : کتاب حاضر ترجمهٔ فصل ٤۸ کتاب Exercise and sport scince با عنوان Physiology of cycling می‌باشد.
موضوع : دوچرخه‌سواری - - اثر فیزیولوژیکی.
موضوع : تمرین(ورزش)
موضوع : آمادگی جسمانی.
شناسه افزوده : تقوی، شمس‌الدین، مترجم.
شناسه افزوده : ایران. کمیتهٔ ملّی المپیک
رده‌بندی کنگره ۱۳۸۵ ٤ب۹د، RC ۱۲۲۰
رده‌بندی دیویی : ٦۱۳/۷۱۱
شماره کتابخانه ملّی : ۲۵۲۹۵-۸۵م

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۷
خصوصیات رشته‌های ورزشی	۹
نیازهای جسمانی	۹
نیازهای فیزیولوژیک	۱۰
مصرف انرژی	۱۰
توان خروجی (برون ده)	۱۳
تعادل اسید و باز	۱٤
وضعیت قرار گرفتن روی دوچرخه و مصرف اکسیژن	۱٦
تنظیم درجهٔ حرارت بدن و جایگزینی مایعات	۱۷
تخلیهٔ سوخت‌ها	۲۰
دوچرخه‌سواران	۲۲
ترکیب بدن	۲۲
درصد تارهای عضلانی	۲۳
واحدهای عضلانی درگیر	۲۵
جذب اکسیژن	۲۷

آماده‌سازی ورزشکار ۳۰
ویژگی تمرین ۳۰
تمرینات فراهمی اکسیژن ۳۱
تمرینات بی‌هوازی ۳۶
ترکیب دستگاه‌ها ۳۷
زمان‌بندی تمرین ۳۷
مرحلهٔ آمادگی ۳۸
مرحلهٔ آمادگی عمومی ۳۸
فاز تخصصی ۴۰
به اوج رسیدن در دورهٔ مسابقه ۴۲
دورهٔ گذار یا انتقال ۴۵
نتیجه‌گیری ۴۶
منابع ۴۷

پیشگفتار

با وجود پیدایی و گسترش رسانه‌های گوناگون در عرصهٔ اطلاع‌رسانی، کتاب رسانه‌ای است که همچنان رسالت و اهمیت آن در فرایند آموزش و انتقال اطلاعات محسوس و محفوظ مانده است. علمی ساختن فعالیت‌ها، مطلوب همهٔ تلاشگران ورزشی است و نشر کتاب‌های علمی و فنی در حوزهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی سهم بسزایی در روند علمی شدن ورزش کشور دارد.

خوشبختانه، انتشار کتاب‌های ورزشی در ایران در دو دههٔ اخیر فزونی چشم‌گیری یافته است. امروزه ناشران متعددی در بخش دولتی و خصوصی به نشر کتاب‌های ورزشی اقدام می‌کنند که این میزان با دو دههٔ گذشته قیاس‌پذیر نیست. از سویی، دانش و فن ورزشی نیز در طی این دوره گسترش بسیاری یافته و بر حیطه‌های تخصصی آن افزوده شده است؛ به گونه‌ای که حجم دانش کنونی در ورزش را نیز با میزان آن در دو دههٔ پیش نمی‌توان قیاس کرد. یافته‌های تازهٔ تخصصی در حوزهٔ علوم ورزشی هر روز به جهان عرضه می‌شود و این سیر به سرعت ادامه دارد.

کمیتهٔ ملی المپیک همواره کوشیده است تا به منظور افزایش دانش مربیان، دانشجویان و علاقه‌مندان علوم ورزشی، از رهگذر نشر علوم ورزشی، به‌ویژه در بخش‌هایی که نیاز بیش‌تری احساس می‌شود، گام بردارد.

در این میان، انتشار تک‌آموزهای آموزشی که به زبانی نسبتاً ساده به یکی از موضوع‌های مطرح در فرهنگ یا علوم ورزشی می‌پردازند، بیش از کتاب‌های معمول، مورد توجه و استقبال مربیان و ورزشکاران بوده است. از این‌رو، کمیتهٔ ملی المپیک تنوع عنوان‌های این گونه انتشارات و افزایش شمارگان آن‌را مد نظر

قرار داده است تا موضوع‌ها و مخاطبان بیشتری را دربرگیرد.

موج تازهٔ انتشار تک‌آموزها که از تابستان سال ۱۳۸۵ آغاز شده است، حیطه‌های عمدهٔ علوم ورزشی، مانند فیزیولوژی ورزشی، روان‌شناسی ورزشی، بیومکانیک ورزشی و نیز مسائل فرهنگی و تربیتی را دربرمی‌گیرد که تک‌آموز حاضر یکی از آن‌هاست.

امید آن‌که این مجموعه مورد استفادهٔ مربیان و ورزشکاران ارجمند کشور قرار گیرد و بخشی از نیاز بزرگ ما به اشاعهٔ علوم ورزشی را تأمین کند.

کمیتهٔ ملی المپیک جمهوری اسلامی ایران

خصوصیات رشته ورزشی

نیازهای جسمانی

مسابقات دوچرخه‌سواری جاده یا پیست دارای نیازهای فیزیولوژیک خاص خود می‌باشند. معمولاً مسابقات از ۲۰۰ متر سرعت که تقریباً ۱۰ ثانیه طول می‌کشد تا توردور فرانسه که تقریباً ۵۰۰۰ کیلومتر بوده و ۲۳ روز طول می‌کشد، متغیر می‌باشد. مسابقات انفرادی، دو نفره و گروهی در این محدوده قرار می‌گیرند. این دامنه وسیع از مسافت‌های مسابقه موجب می‌گردد که دوچرخه‌سواران هر رشته، نیازهای انرژی و سوخت و ساز مشابهی داشته باشند. معمولاً دوچرخه‌سواران شرکت کننده در مسابقات، بافت و تودهٔ چربی کم، قابلیت بسیار بالای جذب اکسیژن، توانایی بی‌هوازی خوب و ساختار عضلانی قدرتمندی در اندام تحتانی دارند.

مسابقات جاده نیاز به دوچرخه‌سوارانی دارد که ذاتاً دارای توان هوازی بالا جهت فعالیت‌های طولانی و پتانسیل بی‌هوازی بالا جهت کندن(سبقت گرفتن)، بالا رفتن از تپه و پازدن‌های سریع پایان مسابقه را داشته باشند. مسابقات پیست به دامنه‌ای از توانایی‌های سرعتی تا استقامت در سرعت نیاز دارند. دوچرخه‌سواری جاده‌ای و پیست هر دو نیازبه دانش خاص تاکتیکی، راهبردها، مهارت و شجاعت قابل ملاحظه‌ای دارند.

روش‌های تمرینی بکار رفته توسط دوچرخه‌سواران حتی‌الامکان باید شبیه به شرایط مسابقه باشند و دوچرخه‌سواران اغلب تلاش می‌کنند که برنامه قهرمانان دوچرخه سواری را تقلید نمایند. اگرچه از آنجایی‌که هر شخصی

خصوصیات فیزیکی و فیزیولوژیکی منحصر به خود را دارد، تقلید از قهرمانان ممکن است موجب گمراهی گردد.

دستگاه‌های انتقال اکسیژن و تبدیل انرژی در طی مسابقه در حداکثر ظرفیت خود به کار گرفته می‌شوند. بنابراین بخش عمده‌ای از تمرینات با هدف توسعه دستگاه‌های انتقال اکسیژن، مصرف اکسیژن و دستگاه‌های انرژی خاص برنامه‌ریزی می‌گردد. همزمان تمرینات شتاب[۱] به‌منظور افزایش ظرفیت بی‌هوازی طراحی می‌گردد. دوچرخه‌سواران جاده و پیست تمرینات استقامتی خود را به منظور افزایش توانایی فعالیت در بالاترین میزان مصرف کسیژن انجام می‌دهند.

فعالیت‌های سرعتی براساس مصرف ترکیبات پرانرژی یعنی آدنوزین تری فسفات و کراتین فسفات تعریف می‌شوند. مسابقات سرعتی که در حدود ده ثانیه طول می‌کشد، اساساً متکی به منابع انرژی آدنوزین سه فسفات – کراتین فسفات (PC–ATP) می‌باشد. مسابقات تعقیبی و کیلومتری علاوه بر دستگاه‌های انرژی به دستگاه انرژی گلیکولتیک وابستگی زیادی دارد. مسابقات با مسافت طولانی اساساً وابسته به دستگاه‌های هوازی یعنی تولید انرژی از کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها، استفاده از توان هوازی بالا برای دوره‌های طولانی همزمان با به حداقل رسیدن تولید لاکتات می‌باشند.

نیازهای فیزیولوژیک

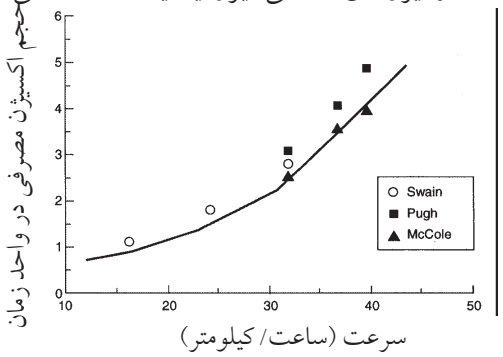
مصرف انرژی

شکل ۱ مصرف انرژی یک دوچرخه‌سوار را در سرعت‌های مختلف نشان می‌دهد. انرژی مصرفی در سرعت‌های مختلف، متناسب با وزن بدن، تا حدود سرعت ۲۰ مایل در ساعت به تدریج افزایش می‌یابد و سپس به علت بیش‌تر

۱. Tempo training

شدن مقاومت هوا، به سرعت فزونی می‌گیرد. مقاومت باد با دامنهٔ سرعت و کم‌وبیش با سطح مواجههٔ بدن دوچرخه‌سوار با باد متناسب است. برای جثه‌های درشت‌تر، مقاومت هوا نسبت به سطح بدن ممکن است تا حدود دو سوم نیروی وزن افزایش یابد و همان‌گونه که انتظار می‌رود، دوچرخه‌سواران درشت‌تر سطح بدن بزرگ‌تری دارند.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که سطح بدن بر میزان مصرف انرژی دوچرخه‌سوار تأثیر می‌گذارد. سووین[1] و همکارانش دریافته‌اند که در هنگام دوچرخه‌سواری در جاده، میزان مصرف مطلق اکسیژن در هر سرعتی متناسب با وزن بدن افزایش می‌یابد. افزایش مصرف اکسیژن آن‌چنان اهمیت دارد که پژوهندگان یادشده به این نتیجه رسیدند که اندازهٔ بدن عامل تعیین‌کننده‌ای در مسابقات دوچرخه‌سواری است. بنابراین، برآورد می‌شود که در مسابقات اختلاف سطح مواجههٔ دوچرخه‌سوار درشت‌جثه نسبت به دوچرخه‌سوار ریزجثه موجب حدود بیست درصد اختلاف در نیروهای کششی آیرودینامیک مخالف می‌شود.



سرعت برحسب کیلومتر بر دقیقه، Vo_2 (حجم اکسیژن مصرفی در واحد زمان) برحسب لیتر بر دقیقه، نتایج بر اساس مطالعات ذیل می‌باشد.
دایره توخالی○ استناده از منبع شماره
مربع توپر■ استناده از منبع شماره
مثلث توپر ▲ استناده از منبع شماره ۹

۱. Swain

این نکته را باید مد نظر قرار داد که افزایش تودهٔ بدنی، به افزایش توان تولید انرژی می‌انجامد، اما این افزایش در مقایسه با سطح مواجههٔ بدن و نیروهای مخالف تأثیرات کم‌تری دارد. این نکته می‌تواند گرایش دوچرخه‌سواران درشت‌تر به شرکت در مسابقات ۱۰۰ کیلومتر تایم‌تریل و مسابقات تعقیبی توجیه نماید.

درشت بودن جثه در دوچرخه‌سواری بر روی سطح صاف فوایدی دارد، اما دوچرخه‌سواری روی تپه موضوع متفاوتی است. انرژی لازم در صعود به قسمت‌های عمودی تپه، به‌جای سطح مواجههٔ بدن، بیش‌تر وابسته به مجموع وزن دوچرخه و دوچرخه‌سوار است.

بنابراین، به دنبال کاهش سرعت دوچرخه‌سوار در روند صعود، انرژی لازم به منظور مقابله با مقاومت هوا به میزان چشم‌گیری کم می‌شود. بدین‌ترتیب، صعود از تپه از فعالیت‌های وابسته به وزن (و نه وابسته به سطح مواجهه) است و به علت نسبت بالاتر Vo_2 به وزن بدن، دوچرخه‌سواران کوچک‌تر وضعیت بهتری دارند.

مک کول[۱] رابطهٔ مشابهی میان مصرف اکسیژن، سرعت و وزن بدن یافته است. نتایج مطالعات وی کاهش ۸ درصدی مصرف اکسیژن را نسبت به نتایج سووین و همکارانش در سرعت ۳۲ کیلومتر بر ساعت نشان داد. این نتایج ممکن است به این علت باشد که ورزشکاران در تحقیق مک کول دوچرخه‌سواران باتجربه‌تری نسبت به ورزشکاران مورد مطالعهٔ سووین بودند و در نتیجه، در تکنیک‌های پدال زدن و قرار گرفتن روی دوچرخه، کارآمدتر بودند. نتایج مطالعات ابتدایی‌تر پاگ[۲] حدود ۷ درصد بیش‌تر از مطالعهٔ سووین بود. کایل[۳] افزایش انرژی مصرفی را به دلیل مسیرهای شیب‌دار در مطالعهٔ پاگ

۱. Mc Cole
۲. Pugh
۳. Kyle

می‌دانست و بدین‌ترتیب، اختلاف یادشده را توجیه می‌کرد.

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از تقریباً صد نمونه که شرایط مشابهی داشتند، مک کول و همکارانش به معادله‌ای دست یافتند که Vo_2 مورد نیاز را برای دوچرخه‌سواری در سرعت‌های مختلف برآورد می‌کند؛ اگرچه نتیجه‌گیری آن‌ها دلالت بر این داشت که دو عامل وزن دوچرخه‌سوار و موافق یا مخالف بودن باد در درستی این تخمین تأثیرگذارند. نتیجهٔ ارزیابی‌های آن‌ها در معادلهٔ زیر آمده است:

$$Vo_2 = -٤/٥ + ٠/١٧\ VR + ٠/٠٥٢VW + ٠/٢٢\ WR$$

اگر Vo_2 بر اساس لیتر بر دقیقه (L/min) باشد، VR که همان سرعت دوچرخه‌سوار است، بر حسب کیلومتر بر ساعت (Km/h)، Vw یا سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت (Km/h) و WR یا وزن دوچرخه‌سوار بر حسب کیلوگرم است. از این معادله می‌توان برای محاسبهٔ Vo_2 در بیش از ۷۰ درصد از موارد در مسابقات مختلف استفاده کرد. اگرچه این معادله را نمی‌توان به منظور ارزیابی دقیق Vo_2 در همهٔ شرایط به‌کار برد، اما می‌توان از آن برای تخمین مصرف انرژی دوچرخه‌سوار ـ دست‌کم در محدودهٔ سرعتی ۳۲ تا ٤٠ کیلومتر بر ساعت ـ استفاده کرد.

توان خروجی (برون ده)

در سال ١٩٨٦ گزارش شد که ادی مرکس[1] توان ٤٥٠ واتی را در مدت یک ساعت بر روی دوچرخه ارگومتر ایجاد کرده است. دوچرخه‌سواران غیرحرفه‌ای می‌توانند این توان را نزدیک به یک دقیقه حفظ کنند. در دیگر سوی این طیف، یک دوچرخه‌سوار سرعتی ایتالیایی توانست توان ١٦٤٤ واتی

۱. Eddy Merckx

را برای مدت ۵ ثانیه ایجاد کند. همین محققان نشان داده‌اند که افراد سالم می‌توانند توان ۷۰۰ واتی را برای دورهٔ کوتاهی از زمان و توان ۱۸۰ وات را برای یک ساعت ایجاد کنند. سرعت دوچرخه‌ای که با توان ثابت در حرکت است، به نیروهای مخالف دوچرخه بستگی دارد.

تعادل اسید و باز

از منظر فیزیولوژیک، مسابقات دوچرخه‌سواری در پیست، ورزش دشواری است که از حدود ۱۰ تا ۱۲ ثانیه (مسابقات ۲۰۰ متر سرعت) تا نزدیک به ٦٠ دقیقه (در مسابقات امتیازی ۵۰ کیلومتری) طول می‌کشد. در مسابقات امتیازی، یک دورهٔ سرعتی در طی هر چند کیلومتر وجود دارد که در آن دوچرخه‌سوار امتیاز جمع می‌کند. دوچرخه‌سواری که بالاترین امتیاز را دارد، برندهٔ مسابقه خواهد بود. چنین مسابقاتی نیاز به تولید انرژی زیادی از طریق گلیکولیز (بی‌هوازی) دارند.

کریگ و همکارانش نشان داده‌اند که در مسابقهٔ یک کیلومتر که نزدیک به ۷۰ ثانیه به درازا می‌کشد، حداکثر میزان لاکتات به حدود ۱۷ میلی‌مول می‌رسد. بارک[1] و همکارانش گزارش کرده‌اند که لاکتات خون از ۱۲/۱ میلی‌مول در مسابقات تعقیبی تیمی تا ۱۳/۷ میلی‌مول در مسابقات سرعت و همچنین، از ۱۵/۲ میلی‌مول برای مسابقات انفرادی تعقیبی تا ۱۹/۹ میلی‌مول در مسابقات یک کیلومتر متفاوت است. افزون‌بر این، بر اساس پژوهش آن‌ها، میزان حداکثر لاکتات در نه دوچرخه‌سوار مرد شرکت‌کننده در مسابقات تایم‌تریل، پس از یک کیلومتر، به ۱۷ میلی‌مول رسید. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که دستگاه انـرژی ترکیبی است و ۳۰ درصد هوازی و ۷۰ درصد بی‌هوازی است.

---

۱. Burke

غلظت بالای لاکتات پس از مسابقات سرعت بیانگر این است که گلیکوژنولیز[۱] بی‌هوازی می‌تواند در وقایعی که حدود ۱۰ ثانیه به درازا می‌کشند، به وقوع بپیوندد. نمونه‌برداری‌های عضلانی بلافاصله پس از ۱۰ ثانیه و تا ۳۰ ثانیه فعالیت بالاتر از بیشینه در هر دو جنس (در تست وینگیت با دوچرخهٔ ارگومتر) میزان متوسط ۳۶ تا ۶۱ میلی‌مول را به ازای هر کیلوگرم وزن خشک بدن نشان داد. نتایج مشابهی به کوشش جونز[۲] و همکارانش به‌دست آمده است که در آن در دو دوچرخه‌سوار پس از ۱۰ ثانیه تمرین ایزوکنتیک بر روی دوچرخهٔ ارگومتر، غلظت لاکتات عضله در سرعت ۱۴۰ rpm، به ۱۷/۲ و ۱۵/۱ میلی‌مول به ازای هر کیلوگرم و در سرعت ۶۰ rpm به ۱۴/۲ و ۱۴/۳ میلی‌مول به ازای هر کیلوگرم رسید. نتایج بالا نشان می‌دهند که گلیکوژنولیز در هر دو نمونه بالا، به سرعت افزایش می‌یابد. از سویی، تغییرات مواد حدواسط گلیکولیز متناسب با مراحل محدود کنندهٔ سرعت در واکنش‌های فسفوفروکتوکیناز و پیرووات دهیدروژناز هستند. یافته‌های این دو مطالعه آشکار کرده‌اند که تجمع بارز لاکتات در طی فعالیت‌های بالاتر از بیشینه که نزدیک به ۱۰ ثانیه طول می‌کشد، به وقوع می‌پیوندد. این حالت به شدت مطرح‌کنندهٔ گلیکولیز در این محدودهٔ زمانی است.

همان‌گونه که انتظار می‌رود، دوچرخه‌سواران سرعتی نسبت به دوچرخه‌سواران تعقیبی، در چهل ثانیهٔ اول چنین آزمون‌هایی، به وضوح توان بیش‌تری (حدود ۲۰ درصد بیش‌تر) تولید می‌کنند. در مجموع، در دوچرخه‌سواران سرعتیِ حرفه‌ای حداکثر توان ایجادشده در عرض ۵ ثانیهٔ ابتدایی آزمون چهار برابر بالاتر از قهرمانی است که می‌تواند این توان را در

۱- به نظر می‌رسد که در این مورد بهتر است از واژهٔ گلیکولیز استفاده شود.

۲- Jones

حداکثر اکسیژن مصرفی(Vo_2max) ایجاد کند که این خود نشان‌دهندهٔ فراهم بودن منابع چشم‌گیر انرژی بی‌هوازی است.

وضعیت قرار گرفتن روی دوچرخه و مصرف اکسیژن

توانایی بدن در انجام کارهای طولانی، وابسته به فراهم بودن اکسیژن کافی برای عضلات فعال است. فاریا[۱] دریافته است که دوچرخه‌سواری در نزدیک‌ترین وضعیت دوچرخه‌سوار نسبت به دوچرخه همراه با فرمان استاندارد رو به پایین (drop)، موجب افزایش قابل توجهی در دریافت اکسیژن، توان خروجی و تهویهٔ ریوی می‌شود. با این همه، اختلاف چشم‌گیری در تعداد ضربان قلب دوچرخه‌سواران، در حالی که دست‌شان روی فرمان قرار می‌گیرد، مشاهده نشده است.

جانسون[۲] و شولتز[۳] گزارش کرده‌اند که استفاده از فرمان‌های آیرودینامیک هیچ مزیت فیزیولوژیکی ندارد. این ارزیابی در وضعیتی انجام شده است که ۱۵ دوچرخه‌سوار حرفه‌ای بر روی دستگاه‌های ارگومتر(کارسنج) ـ شبیه به دوچرخهٔ جاده با ۸۰ درصد Vo_2max ـ به مدت ده دقیقه رکاب زده‌اند. حجم اکسیژن مصرفی هنگام استفاده از فرمان استاندارد شاخ گاوی ویژهٔ مسابقات تایم‌تریل ۳/۲۷ لیتر بر دقیقه بود و با فرمان‌های clip on ۳/۲٤ لیتر بر دقیقه بود. این نتایج نشان می‌دهند که مزایای آیرودینامیکی این فرمان‌ها دارای ارزش‌های فیزیولوژیک بارزی نیستند.

قرار گرفتن در وضعیت آیرودینامیک خللی در پاسخ فیزیولوژیک به تمرینات بسیار شدید وارد نمی‌آورد. پژوهشی که به تازگی و به کوشش اوریجنز[٤] و

---

۱. Faria
۲. Johnson
۳. Shultz
٤. Origenes

همکارانش بر روی دوچرخه‌سواران نیمه‌حرفه‌ای با دوچرخهٔ کارسنج انجام گرفته است، مقادیر ثابتی را در توان خروجی، پاسخ‌های تهویه‌ای (با تعداد و الگوی تنفسی تعیین‌شده) و مقادیر مربوط به سوخت و ساز در دو وضعیت تنهٔ راست‌شده و وضعیت آیرودینامیک نشان می‌دهد.

پرسش مهم‌تر این است که در مسابقات طولانی‌مدت، چگونه در وضعیت آیرودینامیک برانیم تا بتوانیم واحدهای عضلانی درگیر و میزان خستگی را تغییر دهیم. کنتیک و کینماتیک دوچرخه‌سوار، به‌ویژه در مفصل هیپ در این موقعیت، به میزان چشم‌گیری تغییر می‌کند.

تنظیم درجهٔ حرارت بدن و جایگزینی مایعات

در مسابقات جاده، جریان هوا در سطح پوست موجب افزایش انتقال گرما از طریق همرفتی و تبخیر و در نتیجه، افزایش اتلاف گرما می‌شود. این نتایج در تحقیقاتی که دوچرخه‌سواری را در فضای بسته و آزاد مقایسه می‌کنند، نشان داده شده است. در این ارزیابی‌ها مشخص شده است که گرمای تولیدشده، افزایش درجهٔ حرارت و خستگی در دوچرخه‌سواری که با توان ۱۴۹ وات در فضای بسته می‌راند، در عرض ۳۰ دقیقه موجب بازداشتن او از ادامهٔ رکاب زدن می‌شود. بنابراین، حداکثر کارایی در مسابقات تایم‌تریل ۲۴ ساعته را می‌توان با این مشاهده توجیه کرد که مقاومت هوا و چرخ‌ها در سرعت ۲۲ دور در ثانیه و توان ۲۲۴ وات همراه با افزایش قابل توجه فشار گرمایی نیست. به نظر می‌رسد که تماس هوا با پوست ورزشکار موجب افزایش توانایی وی در راندن پیوسته و طولانی می‌شود. آثار جذب انرژی تابشی خورشیدی و کاهش وزن حاصل از تبخیر، به عنوان شاخص‌های جذب گرمای تابشی در دوچرخه‌سواری، بررسی شده‌اند. پژوهندگان تأثیرات

استفاده از لباس‌های یکسره و چسبان را در افزایش جذب گرمای خورشیدی و کاهش رطوبت ارزیابی کرده‌اند. نمونه‌های مورد مطالعه، لباس‌های یکسره و کاملاً چسبان بر تن کردند و در مقابل شبیه‌ساز اشعهٔ خورشیدی، با شدت ۰، ۱۹۰، ۳۶۰ و ۴۸۰ وات بر مترمربع قرار گرفتند. همچنین، آن‌ها در موقعیت‌های مسابقه‌ای و در محیطی با هوای تازهٔ ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ثابت قرار گرفتند. دوچرخه نیز بر روی سطح تعادلی حساس و قابل ثبت که امکان ثبت دائمی تغییرات وزنی را فراهم می‌آورد، جای گرفت. سرعت تعریق همراه با افزایش شدت پرتوتابی به‌صورت نمودار خطی افزایش یافت. در این میان، مشخص شده است کـه بافت و رنگ لباس بر روی جذب تشعشعات گرمایی مؤثر است. برگلاند[1] و همکارانش گزارش کرده‌اند که پارچهٔ نقره‌ای رنگ نسبت به سفید و رنگ‌های روشن برتری دارد. پارچه‌های نقره‌ای رنگ در مقایسه با پوست برهنه در خنک کردن برتری دارند. وانگهی، پوشیدن لباس‌های خاص نسبت به انواع دیگر تأثیرات چشم‌گیری را به همراه داشت. چهار ساعت دوچرخه‌سواری با لباس‌های تیره و دارای بافت متراکم، می‌تواند به افزایش میزان از دست دادن آب (۶۲۹ گرم) بینجامد که در مقایسه با دوچرخه‌سواری که لباس روشن‌تر با بافت کم‌تراکم‌تر پوشیده است، بسیار زیاد است. به سخن دیگر، انتخاب صحیح نوع و رنگ لباس می‌تواند موجب کاهش میزان از دست رفتن مایعات بدن در دوچرخه‌سواری‌های استقامتی شود.

تأثیرات استفاده از مایعات در طی ورزش‌های طولانی، در کاهش احتمال افزایش درجهٔ حرارت بدن (هیپرترمی) و بیماری‌های وابسته به گرما، تأیید شده است. ارتباط میان میزان مایعات مصرف‌شده در روند دوچرخه‌سواری و

---

۱. Berglund

چگونگی تأثیر آن در مقابله با فشار گرما تا این اواخر نامشخص بود.

مونتین[۱] و کویل[۲] دربارهٔ تأثیرات مقادیر مختلف کم‌آبی (دهیدراتاسیون) بر روی هیپرترمی، تعداد ضربان قلب و حجم ضربه‌ای در دوچرخه‌سواری طولانی مطالعه کرده‌اند. در چهار زمان متفاوت، دوچرخه‌سواران حرفه‌ای به مدت دو ساعت در محیطی خشک و گرم (حرارت ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد) در دامنهٔ ٦۲ تا ٦۷ درصد از Vo_2max خود رکاب زدند. دوچرخه‌سواران در طی فعالیت خود به شیوهٔ تصادفی (random) یا هیچ مایعی ننوشیدند (NF)، یا مقادیر اندک (یعنی ۳۰۰ سی‌سی در ساعت)، متوسط (یعنی ۷۰۰ سی‌سی در ساعت)، یا زیاد (یعنی ۱۲۰۰ سی‌سی در ساعت) از مایعات انرژی‌زا (حاوی ٦ درصد قند همراه با املاح) مصرف کردند. این مقادیر مایع کم‌وبیش۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد از مایعات از دست‌رفته در حین دوچرخه‌سواری را تشکیل می‌دادند.

این روش جایگزینی مایعات از دست‌رفته، به ترتیب موجب کاهش وزن ٤، ۳، ۲و ۱درصد در آن‌هایی شد که مایعی ننوشیده بودند و آن‌هایی که مقدار کم، متوسط، و زیادی از مایع مصرف کرده بودند. احتمال افزایش درجهٔ حرارت مرکزی بدن (هم درجهٔ حرارت اندازه‌گیری‌شده از مری، هم از رکتوم) در طی دو ساعت دوچرخه‌سواری، متناسب با مایعات مصرف‌شده، کاهش قابل توجهی نشان داد. دمای مرکزی بدن، برونده قلبی و تعداد ضربان قلب نیز مستقیماً وابسته به میزان مایعات مصرف‌شده و در نتیجه، میزان کم‌آبی است.

مؤلفان این مقاله مشاهده کردند که برخی از ورزشکاران به سختی توانستند دورهٔ دو ساعتهٔ دوچرخه‌سواری را بدون مصرف مایعات به پایان رسانند.

---

۱. Montain ۲. Coyle

نوشیدن مایعات میزان دشواری کار دوچرخه‌سوار را بسیار کاهش می‌دهد. هیچ‌کدام از ورزشکاران ناراحتی‌های گوارشی را حتی در مواقعی که ۱۲۰۰ میلی‌لیتر مایع در ساعت نوشیدند، گزارش نکردند.

از دست رفتن هر کیلوگرم مایع (۱۰۰۰ میلی‌لیتر) به افزایش تعداد ضربان قلب تا هشت ضربه در دقیقه و درجهٔ حرارت بدن تا ۰/۳ درجهٔ سلسیوس می‌انجامد. در مطالعهٔ دیگری به این نکته توجه شده است که خوردن مایعات موجب افزایش جریان خون پوستی می‌شود و در نتیجه، با از دست دادن گرما از این طریق با افزایش دمای بدن مقابله می‌کند. از سویی، میتچل[۱] و ووس[۲] مشاهده کرده‌اند که برخی از دوچرخه‌سوارانی که ۱۲۰۰ میلی‌لیتر مایع نوشیدند و نیز همهٔ آن‌هایی که ۱۶۰۰ میلی‌لیتر مایع در هر ساعت مصرف کردند، آشکارا احساس ناخوشایندی داشتند. ۲۵ درصد از کسانی که در هر ساعت ۱۶۰۰ میلی‌لیتر مایع نوشیدند، به اسهال مبتلا شدند که خود دلالت بر بالا بودن سرعت نوشیدن مایعات نسبت به مجموع حداکثر سرعت جذب رودهٔ بزرگ و کوچک دارد.

تخلیهٔ سوخت‌ها

دوچرخه‌سوارانی که روزانه ٤ تا ٨ ساعت پیوسته می‌رانند، باید مقادیر زیادی مادهٔ قندی و کالری اضافی، به منظور بازسازی گلیکوژن عضلات و حفظ تعادل انرژی، دریافت کنند. در روزهای تمرین یا مسابقه، دوچرخه‌سوار باید هر روز ۵۰۰ تا ٦۰۰ گرم مادهٔ قندی به منظور بازسازی ذخایر گلیکوژن عضلات مصرف کند که برای این منظور باید حدود ۸ تا ۱۰ گرم مادهٔ قندی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دریافت کند. مشکل عملی دوچرخه‌سوارانی که در

۱. Mitchell ۲. Voss

مسابقات طولانی همچون تور دور فرانسه شرکت می‌کنند، این است که آنان در دریافت منظم غذا برای به‌دست آوردن کربوهیدرات لازم (به منظور کارآیی بهینه) دچار مشکل می‌شوند. برای این مشکل به چند دلیل می‌توان اشاره کرد. فشار جسمانی چنین مسابقاتی موجب کاهش اشتها می‌شود. از سویی، خوردن مقادیر زیاد غذا می‌تواند موجب دیسترس‌های گوارشی شود و دوچرخه‌سوار که زمانی طولانی را بر روی دوچرخه می‌گذراند، مجال چندانی برای بازسازی منابع انرژی ندارد.

مطالعات تغذیه‌ای اخیر نشان داده‌اند که دوچرخه‌سواران تور دور فرانسه به‌طور میانگین در هر روز ۸۵۰ گرم کربوهیدرات (٦٠ درصد از انرژی دریافتی روزانه کربوهیدرات و ۲۳ درصد چربی است) دریافت می‌کنند. نیمی از این میزان در طول مسابقه و با مصرف نوشیدنی‌های حاوی کربوهیدرات تأمین می‌شود. میزان میانگین انرژی دریافتی دوچرخه‌سواران در هر روز حدود ۵۹۰۰ کیلوکالری است.

در تمرینات و مسابقات طولانی، صرف نظر از تغییرات اشتهایی حاصل از ورزش، دوچرخه‌سوار باید غذاهای پرانرژی و قابل هضم (با تار کم) مصرف کند. خوردن حجم زیادی از غذاهای معمولی در میان مسابقه که غالباً دارای محتوای چربی بالایی هستند، ممکن است در دریافت کربوهیدرات اختلال ایجاد کند و اگر ورزشکار به اندازهٔ کافی مایعات مصرف نکند، ممکن است مستعد کم‌آبی بدن شود.

در یک شبیه‌سازی تور دور فرانسه، به کوشش برونز[1] و همکارانش، دوچرخه‌سوارانی که نوشیدنی‌های حاوی کربوهیدرات بالا مصرف می‌کردند(محلول قندی ۲۰ درصد، ۸۵ درصد مالتودکسترین، ۱۵ درصد

۱. Brouns

فروکتوز) ارزیابی شدند. این نوشیدنی‌ها انرژی و کربوهیدرات‌های کافی را برای برآورده کردن نیازهای ورزشکار فراهم می‌آورند. از سوی دیگر، دوچرخه‌سوارانی که تغذیهٔ سنتی داشتند یا از نوشیدنی‌هایی با فروکتوز بالا (محلول قندی ۲۰ درصد، که ۵۰ درصد آن را فروکتوز و ۵۰ درصد دیگر را مالتودکسترین تشکیل می‌دهد) استفاده کردند، نتوانستند انرژی یا کربوهیدرات کافی دریافت کنند و بدین‌ترتیب، کارایی آن‌ها تحلیل رفت. افزون‌بر این، نوشیدنی‌های حاوی فروکتوز زیاد ـ به علت شیرینی بیش از حد و ایجاد ناراحتی گوارشی ـ مطلوب نیستند.

دوچرخه‌سواران

ترکیب بدن

وزن اضافهٔ بدن، به‌ویژه بافت چربی سطحی، در دوچرخه‌سواری نقش عملکردی ندارد. به گفتهٔ دیگر، نسبت بالای عضله به وزن در کارایی دوچرخه‌سواری روی تپه ضروری است و درصد پایین چربی دوچرخه‌سوار در راندن در سطوح ناهموار (تپه‌ای) سودمند خواهد بود. درصد تخمینی چربی بدن در دوچرخه‌سواری جاده‌ای از ٦ تا ۹ درصد برای دوچرخه‌سواران نخبهٔ مرد و ۱۲ تا ۱۵ درصد برای دوچرخه‌سواران زن متغیر است. اطلاعات منتشرنشدهٔ آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی کمیتهٔ المپیک ایالات متحد امریکا نشان داده است که هرچند این مقادیر مربوط به ورزشکاران نخبه است، تعدادی از ورزشکاران برگزیده درصد چربی بالاتری نسبت به این مقادیر دارند.

وایت[1] و همکارانش دریافته‌اند که ترکیب بدن دوچرخه‌سواران مرد، از ژانویه تا جولای، متغیر است. در گروه مسابقه‌دهندگان جاده‌ای، گرایش

۱. White

واضحی به سمت کاهش وزن بدن در طی فصل مسابقات و در طول تغییرات سوماتوتایپ (کاهش اندومورفی بارزتر از تغییرات مزومورفی و اکتومورفی است) وجود دارد. درصد چربی بدن از ۱۰/٦ در ژانویه به ۸/۵ درصد در جولای کاهش می‌یابد. دوچرخه‌سواران سرعتی در فصل مسابقات افزایش اندکی در وزن و کاهش درصد چربی (۱۲/۲ درصد به ۱۰/۸ درصد) نشان می‌دهند. کاهش در اندومورفی همراه با گرایش به افزایش مزومورفی و کاهش اکتومورفی وجود دارد. این حالت با اطلاعات به‌دست‌آمده از ۱۰ عضو تیم ملی دوچرخه‌سواری سرعتی چکسلواکی [سابق] که میزان چربی ۱۰/۸ درصد داشتند، مطابقت دارد.

درصد تارهای عضلانی

مطالعات انجام‌شده بر روی نوع تارهای عضلانی و دوچرخه‌سواران زن و مرد، دلالت بر ترکیب تارهای عضلانی بر اساس نوع ورزش ندارد. دوچرخه‌سواران نخبهٔ جاده (استقامتی) معمولاً درصدهای بالاتری از تارهای نوع یک دارند. تحقیقات کویل بر روی دوچرخه‌سواران برگزیدهٔ جاده‌ای (رکورددداران با زمان‌های خوب) نشان داده است که این دسته از دوچرخه‌سواران دارای ٦٦ درصد تارهای عضلانی نوع یک هستند. ماکورا[1] تأیید کرده است که ۱۰ عضو تیم ملی چکسلواکی [سابق] در رشتهٔ سرعت دارای ۵۸ درصد تارهای نوع یک هستند. بنابراین، در دوچرخه‌سواران برگزیدهٔ سرعتی برتری کاملی از منظر ساختاری (افزایش قطر تارهای FT) و وضعیت سوخت و سازی بی‌هوازی در عضلات اسکلتی دیده می‌شود. آن‌ها این نظریه را مطرح کرده‌اند که سازگاری بافت عضلانی در این دوچرخه‌سواران سرعتی دلیلی بر سازگاری خاص تمرینی است. تکامل عملکرد سرعتی (بی‌هوازی) و قدرتی در دوچرخه‌سواران سرعتی،

۱. Mackora

به‌صورت افزایش توان آنزیمی و اندازهٔ تارهای عضلانی تند در نمونه‌های بافت عضلانی مشاهده می‌شود. از سویی، شمار زیادی از دوچرخه‌سواران سرعتی و کیلومتری، زمان قابل توجهی را به تمرینات مقاومتی شدید با وزنه اختصاص می‌دهند. این کار ممکن است به هیپرتروفی تارهای عضلانی تند بینجامد.

از آن‌جایی که تحقیقات آلکویست[1] و همکارانش تأیید کرده است که نیروی رکاب‌زنی بیش‌تر نیازمند به‌کار گرفتن شمار افزون‌تری از تارهای عضلانی تند است، فرضیهٔ افزایش توان بی‌هوازی و هیپرتروفی تارهای تند ماکورا ممکن است درست باشد. تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که تخلیهٔ گلیکوژنی تارهای نوع دوم در دوچرخه‌سواری دارای ارزش متابولیک مشابه در سرعت ۵۰ دور در ثانیه بیش‌تر از ۱۰۰ دور در ثانیه است. این نتیجه برخاسته از افزایش نیروی عضلانی لازم به منظور برآورده کردن مقاومت بیش‌تر در ضربه‌ها (تغییرات ناگهانی سرعت) در زمینهٔ سرعت رکاب‌زنی پایین، مثلاً در استارت و کندن‌ها (افزایش سرعت) در نمودار سرعت است.

به تازگی کویل و همکارانش ثابت کرده‌اند که در دوچرخه‌سواری با سرعت ۸۰ دور در ثانیه، کارآیی مکانیکی کلی و موضعی ارتباط گسترده‌ای با درصد تارهای عضلانی نوع اول در عضلهٔ وستوس لترالیس یک دوچرخه‌سوار آماده دارد(مثلاً ۰/۷۵ تا ۰/۸۵). این مشاهدات در دوچرخه‌سواران استقامتی حرفه‌ای دلالت بر این دارد که در انقباضات تقریباً آهسته و در تبدیل انرژی شیمیایی به کار مکانیکی، اساساً نقش تارهای نوع یک ترجیح دارد و آن‌ها نسبت به تارهای نوع دوم کارآمدتر هستند.

---

۱. Alkquist

واحدهای عضلانی درگیر

گریگور[۱] و دیگر پژوهندگان دانشگاه کالیفرنیا از الکترودهای سطحی (الکترومیوگرام، EMG) برای مشاهدهٔ الگوی فعالیت عضلانی پا در حین دوچرخه‌سواری استفاده کرده‌اند. بین دوچرخه‌سواران مختلف در زمان و نیز در محدودهٔ فعالیت اختلافاتی یافت شده است. بنابراین، از این الگوها تنها باید به منظور راهنمایی کلی استفاده شود. مطالعات اخیر گریگور و همکارانش دلالت بر این دارد که در هنگام دوچرخه‌سواری با شدت و سرعت ثابت(۲۵۰ وات و ۹۰ دور در ثانیه) یکی از عضلات راست‌کنندهٔ زانو ـ عضلات پهن داخلی(VM)، پهن خارجی(VL) و سرینی بزرگ(GM)ـ در ۱۸ دوچرخه‌سوار مورد بررسی موقتاً درگیرند. عضلهٔ دو مفصلی مستقیم‌رانی (RF) الگویی فعالیتی شبیه به VM و VL در طی فاز ابتدایی قدرت(۰ تا ۱۲۰ درجه) دارد، اما با کوتاه بودن زمان استراحت سریع‌تر به فعالیت بازمی‌گردد. در دوچرخه‌سواران عضلات دوقلویی ران(BF)، نیمه زردپی(ST) و نیمه پرده‌ای(SM) با هم و به‌ویژه BF نقش‌های متغیری را از خود نشان می‌دهند. عضلهٔ دوقلوی ساق پا(GA) و نعلی(SOL) هرکدام الگوی انقباضی موقتی را نشان می‌دهند. عضلهٔ SOL در ابتدا و درست پیش از فعالیت GA منقبض می‌شود. معمولاً عضلهٔ تک‌مفصلی درشت‌نی قدامی(TA) درست پیش از رسیدن به مرکز غیرفعال فوقانی[۲](TDC) فعال می‌شود؛ هرچند نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات گریگور و همکارانش نشان می‌دهد که انقباضات ثانویه می‌تواند در سه ربع اولیه (یعنی ۰ تا ۲۷۰ درجه) به وقوع بپیوندد.

کویل و همکارانش گروهی از دوچرخه‌سواران نخبه را در سطح ملی (گروه ۱) از حیث توان با دوچرخه‌سوارانی با آمادگی خوب (گروه ۲)، توسط

۱. Gregor

۲- مرکز غیرفعال فوقانی عبارت است از ربع چهارم، یعنی حدود زاویهٔ ۳۶۰ درجه.

شبیه‌سازی تایم‌تریل ٤٠ کیلومتر بر روی دوچرخهٔ ثابت مقایسه کرده‌اند.

گروه نخست در طی این مسافت توان خروجی بالاتری نشان دادند. این نتیجه ناشی از گشتاور بزرگ‌تر نسبت به محور چرخش به دنبال به‌کار بردن نیروهای عمودی بزرگ‌تر بر روی رکاب در طی پایین رفتن پدال است. در مقایسه با گروه دوم، گروه یک حتی با وجود داشتن سرعتی کاملاً مشابه، دارای بیشینهٔ گشتاور بزرگ‌تر و نیروی عمودی بیش‌تری در حین پایین آمدن پدال است. بر اساس یافته‌های محققان، توان خروجی بالاتر اساساً توسط نیروی عمودی و گشتاور بزرگ‌تر در طی حرکت رو به پایین پدال ـ و نه به علت افزایش کارایی نیروی اعمال‌شده بر پدال ـ ایجاد می‌شود. عوامل محتمل دخیل در این توانایی ممکن است به علت درصد بالاتر تارهای نوع ۱ و ۲۳ درصد تراکم بالاتر مویرگی در گروه نخست نسبت به گروه دوم باشد.

در زمینهٔ تأثیرات بلندی زین بر روی مکانیک دوچرخه‌سواری، تحقیقاتی به کوشش دزی پرس[1] بر روی الگوهای فعالیت‌های عضلانی (EMG) در حین تغییر ارتفاع زین و بار تمرینی صورت گرفته است. سه دوچرخه‌سوار مرد دوچرخه‌هایشان را در سه بار کاری (دنده) مختلف و با دو سطح مختلف زین راندند. ارزیابی الکترومیوگرافیک هشت عضلهٔ مجزا در پا در ۹۵ درصد و ۱۰۵ درصد از طول پا (طول اندازه‌گیری‌شده از زمین تا بیخ کشالهٔ ران) انجام شد. نتیجهٔ کلـی این بود که با افزایش بلندای زین، عضلات پا در سیکل پدالی زودتر فعـال می‌شوند و برای مدت طولانی‌تری نیز فعال باقی می‌مانند. هرچند مدت فعالیت عضلات طولانی‌تر است، شدت فعالیت عضلانی بیش‌تر نیست. مرور کامل بیومکانیک و الگوی تکنیک پدالی در دوچرخه‌سواری در

۱. Desipres

مقالهٔ گریگور و همکاران، کئوتز[1] و همکاران و همچنین، در بخش‌هایی از این کتاب آمده است.

جذب اکسیژن

حداکثر میانگین جذب اکسیژن در دوچرخه‌سواران نخبه در ردیف بالاترین سطوح ثبت شده است (جدول ۱٤,۳۲). حداکثر میانگین برای مردان نخبه از ٦۷/۱ تا ۷۷/٤ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه و برای دوچرخه‌سواران زن نخبه ٦۱/۱ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه است.

اطلاعات منتشرنشدهٔ آزمایشگاهی در مرکز تمرینات المپیک امریکا مقادیر حداکثر جذب اکسیژن را در ۸۰ مرد و ۷۰ زن نشان داد. بر پایهٔ این اطلاعات، میزان جذب اکسیژن مورد نیاز برای رقابت موفق در سطوح ملی و بین المللی بالاست. به‌هر روی، اهمیت حفظ مصرف اکسیژن بالا وابسته به حداکثر اکسیژن مصرفی ممکن است در طی مسابقات استقامتی دوچرخه‌سواری بیش‌تر از حداکثر اکسیژن مصرفی با موفقیت ورزشکار پیوند داشته باشد.

وایت و همکارانش تغییرات فصلی حداکثر اکسیژن مصرفی را آزمودند و دریافتند که در دورهٔ زمانی پیش از فصل تا اوج دوره‌های فصلی، افزایش ۵ درصدی وجود داشت؛ اگرچه تفاوت در حداکثر اکسیژن مصرفی مطلق میان دوچرخه‌سواران برگزیده برای المپیک و انتخاب‌نشده مشاهده می‌شود. این نتایج را فاگارد[2] و همکارانش تأیید کردند و دریافتند که حداکثر جذب اکسیژن در طی فصل مسابقه در دوچرخه‌سواران رقابتی ٦ درصد افزایش می‌یابد.

کرب[3] و همکارانش، در تلاش برای پیش‌بینی عملکرد دوچرخه‌سواران در مسابقات تایم‌تریل ٤۰ کیلومتر جاده‌ای، عوامل بی‌شماری را بررسی کردند

---

۱. Kautz
۲. Fagard
۳. Krebs

و از این رهگذر، اطلاعات مربوط به ۳۵ دوچرخه‌سوار مسابقه‌دهنده گزارش شد. در این زمینه، مشخص شد که تجربهٔ مسابقه بهترین عامل برای پیش‌بینی عملکرد دوچرخه‌سواری است. متغیرهای فیزیولوژیک حداکثر مصرف اکسیژن و ترکیب بدنی در پیش‌بینی عملکرد نقش نداشتند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، نقش حداکثر اکسیژن مصرفی نسبت به تجربه، در مسابقات دوچرخه‌سواری کم‌اهمیت‌تر است.

کویل و همکارانش دریافتند که افزون‌بر نیاز به مصرف بالای اکسیژن برای موفقیت در مسابقهٔ «ردهٔ ملی ممتاز» (گروه یک)، مسابقه‌دهندگان تایم‌تریل (دوچرخه‌سواران جاده‌ای) درصد بالایی از تارهای کند انقباض و حجم بالای مویرگ‌های سلولی را نسبت به دوچرخه‌سواران «سطح خوب» (گروه دو) دارند. عملکرد تایم‌تریل ٤٠ کیلومتر همچنین به نسبت زیادی با میانگین توان برون‌ده در طی یک ساعت آزمون عملکرد آزمایشگاهی ارتباط داشت. از این گذشته، آن‌ها دریافتند که توان برون‌ده یک‌ساعتهٔ مصرف اکسیژن دوچرخه‌سوار در آستانهٔ لاکتات دوچرخه‌سوار ارتباط تنگاتنگی دارد (r=۰/۹۳).

چه عواملی برای ورزشکاران گروه یک امکان تولید نیروی بیش‌تر و عرضهٔ عملکرد بهتر را در مسابقه فراهم می‌آورد؟ این پرسش از آن منظر مهم است که به توضیح خاص و مستقیم عملکرد برتر ورزشکاران سطح ملی و نخبه می‌پردازد. به‌هر روی، احتمالاً هیچ عامل منفردی وجود ندارد، اما در مقابل عوامل بی‌شماری یافت می‌شوند که میزان اهمیت آن‌ها از شخصی به شخص دیگر متفاوت است. کویل بر این باور بود که دوچرخه‌سواران دارای درصد بالای تارهای ST امتیاز بیش‌تری دارند، زیرا در سطح مشابهی از مصرف انرژی(اکسیژن مصرف‌شده یا ATP هیدرولیزشده) عضلات آن‌ها توان و نیروی بیش‌تری تولید می‌کند.

به نظر می‌رسد که عضلات ران دوچرخه‌سواران گروه یک، در مقایسه با گروه دو، کم‌تر خسته می‌شود و به آن‌ها اجازهٔ حفظ شدت بالا(درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) و انقباضات مکرر با نیروی بیش‌تر را می‌دهد. در واقع، آنزیم‌های عضلات ران که کار تولید انرژی هوازی را انجام می‌دهند، تا حدودی در گروه یک بیش‌تر است. وانگهی، دوچرخه‌سواران گروه یک مویرگ‌های بسیاری در اطراف هر تار دارند که به گونهٔ مؤثری فاصلهٔ موجود برای انتشار اکسیژن در تارهای عضلانی درگیر را کاهش می‌دهند و همچنین، باعث دور کردن اسیدلاکتیک از عضلات درگیر می‌شوند و در نتیجه، خستگی را کم می‌کنند (جدول ۱ و ۲).

در بسیاری از ورزش‌های استقامتی، عملکرد بالا با توانایی تحمل میزان کار زیاد با درصد بالای حداکثر مصرف اکسیژن همراه می‌شود. با به خاطر سپردن این موضوع، جنبه‌هایی مانند سال‌های تمرین، داشتن حداکثر مصرف اکسیژن بالا و دارا بودن درصد بالای تارهای عضلانی نوع یک و توانایی برای عملکرد درصد بالایی از حداکثر اکسیژن مصرفی در آستانهٔ لاکتات، از جمله عواملی‌اند که ممکن است در موفقیت دوچرخه‌سوار جاده و تایم‌تریل نقش داشته باشند.

جدول ۱. کارایی ورزشی محاسبه شده در آزمایشگاه برای گروه‌های ۱و۲

	تست ۱ ساعته دوچرخه‌سواری در آزمایشگاه (دقیقه/لیتر)			تست فزاینده دوچرخه‌سواری آستانه لاکتات خون (دقیقه/لیتر)	
	توان	حجم اکسیژن مصرفی در واحد زمان	بار	حجم اکسیژن مصرفی در واحد زمان	در صد Vo_2max
گروه ۱	۳٤٦*	٤/٥٤*	۹۰*	٤/۰*	۷۹/۱*
گروه ۲	۳۱۱	٤/۱۸	۸٦	۳/۷	۷٥/۱
۲-۱	۱۱* درصد	۹* درصد	۵* درصد	۹* درصد	۵* درصد

P<۰/۰۵ داده‌ها بخ جز گروه دو از منبع شماره ۳٦ با کسب اجازه اقتباس شده است.

جدول ۲. مقایسهٔ عضلات واستوس لاترالیس در گروه ۱ و ۲

حجم مویرگ‌ها (مویرگ‌ها/ mm^2منطقه تار)	ظرفیت هوازی نسبی	تار نوع ۱	
[a] ٤٦٤	[a] ۱۰	[a] ٦٧	گروه ۱
۳۷۷	۸	۵۳	گروه ۲
۵ درصد [a]	۲٦درصد [a]	۲٦درصد [a]	۲-۱

آماده‌سازی ورزشکار

آماده‌سازی جسمانی و حالات وابسته به آن مصرف انرژی مورد نیاز را برای انجام سطح خاصی از فعالیت تغییر نمی‌دهد. با این همه، میزان تغییرات قلبی ـ تنفسی مورد نیاز برای رسیدن به نسبت مورد نیاز مصرف اکسیژن را کاهش می‌دهد و تمرین به تغییرات گسترده در سوخت‌وساز و بدن می‌انجامد. در یک سو، تارهای عضلانی و تغییرات سوخت‌وسازی هستند که از تمرین با شدت بالا و زمان کوتاه (برای مثال، کار بی‌هوازی از جمله تمرینات قدرتی) ناشی می‌شوند. در سوی مقابل، پیوستار تأثیرات بلندمدت تمرینات طولانی قرار دارند که دفعات زیادی با سطح زیر بیشینه تکرار می‌شوند و ظرفیت مرکزی و محیطی عملکرد هوازی را افزایش می‌دهند.

ویژگی تمرین

موفقیت در مسابقات دوچرخه‌سواری شامل آمادگی جسمانی در برنامهٔ تمرینات بلندمدت است. برنامه‌ریزی دقیق و نیز به خاطر داشتن ویژگی ورزش و مسافت‌های متعدد ضروری است؛ چرا که اجزای برنامهٔ تمرینی باید شرایط مسابقه را تا اندازهٔ امکان الگو قرار دهند.

بیش‌تر دوچرخه‌سواران لزوماً از سه نوع شدت تمرین استفاده می‌کنند؛

نخست، تمرینات «مسافت زیاد» (شامل ساعت‌های طولانی‌مدت بر روی زین دوچرخه) که برای تقویت ظرفیت هوازی یا ایروبیک طراحی شده است. دوم، «مسابقهٔ سرعت» که این تمرینات برای تقویت تحمل اسیدلاکتیک بدن و استفاده از ظرفیت بی‌هوازی طراحی شده‌اند. سوم، تمرینات سرعتی که برای تقویت قابلیت و توان دستگاه انرژی ATP-PC به‌کار می‌روند. اگرچه معرفی همهٔ اشکال تمرین در این مجال امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان به رئوس مطالب برخی از پیشرفت‌های اخیر، مثلاً آستانهٔ بی‌هوازی یا شروع تجمع لاکتات خون (OBLA)، اشاره کرد.

تمرینات اول فصل باید بر مبنای ساخت توان مورد نیاز برای تحمل تمرینات و فصل مسابقات بنا نهاده شود و برنامه‌ریزی برای توان هوازی خوب ضروری است. برای این منظور، اجرای تمرینات سخت برای ارتقای عملکرد و بازگشت به حالت اوّلیه اهمیت فراوانی دارد. چنین تمریناتی باید برای ارزیابی تقویت بهینهٔ نظام تحویل اکسیژن و استخراج اکسیژن در سطح سلولی طراحی شوند.

تمرینات فراهمی اکسیژن

دوچرخه‌سواران ممتاز به داشتن قابلیت ورودی اکسیژن بالا معروف‌اند. در طی مسابقات، سیستم‌های انتقال اکسیژن دوچرخه‌سوار (برون‌ده قلبی) و جذب (آنزیم‌های سلولی) به‌صورت حداکثر یا تقریباً حداکثر(۸۰ تا ۸۵ درصد Vo_2max) تحت فشار قرار می‌گیرند. بنابراین، هدف بخش عمده‌ای از برنامهٔ تمرینات باید تقویت عوامل مؤثر در انتقال اکسیژن و اکسیژن‌گیری باشد.

غالباً باور بر این است که همهٔ تمرینات استقامتی باید برای تقویت قابلیت مصرف اکسیژن طراحی شوند؛ چرا که دوچرخه‌سواری پیش از هر چیز مسابقه‌ای است که چندین ساعت در جاده طول می‌کشد، یا چندین مسابقه

در پیست که بیش‌تر از ٤/٥ دقیقه به درازا می‌کشد. برخی از دوچرخه‌سواران زمان زیادی را صرف «پیمودن مسافت‌های طولاتی» می‌کنند و از تمرینات تایم‌تریل سرعتی، سرعت انشعابی، تعقیب و بالا رفتن از تپه غفلت می‌ورزند که در نتیجه، پیشرفت نمی‌کنند.

مفهوم بسیار جدیدتری از تمرینات استقامتی وجود دارد؛ با تأکید بر این که Vo_2max ممکن است بهترین شاخص عملکرد استقامتی نباشد و این که درصد Vo_2max که می‌تواند در روند تمرینات طولانی کسب شود، اهمیت بیش‌تری دارد. در این میان، شاید مهم‌ترین شاخص سرعتی باشد که دوچرخه‌سوار می‌تواند بدون تجمع میزان زیاد لاکتات در عضلات و خون داشته باشد.

اگر دستگاه‌های انتقال اکسیژن و استفاده از اکسیژن، تمرین داده شوند، باید افزایش بار داشته باشند. همچنین، برای موفقیت در افزایش بار کاری، تمرینات شتاب باید زیاد باشند. هنگامی که شتاب برای دوره‌های طولانی زیاد باشد، سطح لاکتات عضلات و خون احتمالاً افزایش می‌یابد. کاهش سرعت کار بر روی قلب، شش‌ها و سیستم‌های تبدیل انرژی را کم می‌کند. تغییر در شتاب‌های سخت و آسان تا میزان ثابت، با افزایش تجمع لاکتات خون سیستم‌های تبدیل انرژی و تحویل اکسیژن را بیش‌تر می‌کند. اشکال مختلفی از تمرینات پیوسته و متناوب باید برای این منظور استفاده شوند.

از دو شکل اساسی تمرینی باید بهره برد. نخست، تمرین تلاش در جهت اعمال فشار در حد آستانهٔ بی‌هوازی یا بالاتر از آن است. در دوچرخه‌سواران برتر، شدت تمرین باید ۸۰ تا ۹۰ درصد Vo_2max باشد و دوره‌های ریکاوری باید بین دوره‌های تمرین گنجانده شوند. برای مثال، دوچرخه‌سواری با شدت

بالا، برای دوره‌هایی که بین ۳۰ ثانیه تا ۲ دقیقه طول می‌کشند، باید محرک تمرینی مؤثری باشند. ضربان قلب تمرین در این مثال باید وابسته به حداکثر ضربان قلب وابسته به سن (۲۲۰ منهای سن به سال)، با میزان استراحت با شدّت تقریباً ۱۲۰ ضربه در دقیقه، پیش از این که تمرین بعدی دوچرخه‌سواری با شدت بالا شروع شود، باشد. با پیشرفت تمرینات، در حین این که دوره‌های استراحت کوتاه می‌شوند، تعداد و طول دوره‌های تمرینی باید افزایش یابند. حجم و شدت تمرین نیز باید به روش پیش‌رونده افزایش یابد. این نوع تمرین متناوب نه‌تنها بر کل دستگاه هوازی بار وارد می‌کند، بلکه بر دستگاه گلیکولیتیک سلول‌های عضلانی نیز فشار وارد می‌آورد و در نتیجه، به تجمع بیش‌تر لاکتات می‌انجامد. اگرچه وجود لاکتات اضافی ناراحت‌کننده است، تحمل برای ساخت آن از طریق انجام‌های مکرر میسر می‌شود. در همان زمان، راه‌های دفع لاکتات افزایش می‌یابد. این تمرینات نسبتاً شدید مزیت ثانویه‌ای شامل افزایش سطح ۲، ۳ دی‌فسفوگلیسرات سلول‌های قرمز خون دارد. از آن‌جا که این ترکیب به میزان بسیار نزدیکی به زیر واحدهای مولکول هموگلوبین وابسته است، میل ترکیبی هموگلوبین به اکسیژن را می‌کاهد و بنابراین، در دسترس بودن اکسیژن را برای بافت‌های فعال افزایش می‌دهد.

هدف از شکل دوم تمرینات، افزایش برون‌ده قلبی و ظرفیت اکسیداتیو تارهای عضلانی است. نتیجهٔ مورد انتظار افزایش اندازه، تعداد و دانسیتهٔ میتوکندری سلول‌های عضلانی، افزایش فعالیت آنزیم‌های هوازی، افزایش متابولیسم گلیکوژن و بهبود تحویل اکسیژن است. این شکل از تمرین مبنای لازم برای فعالیت‌های آتی است. جلسات تمرین همـراه با گرم کردن و سرد کردن ممکن است ٦٠ تا ۹۰ دقیقه طول بکشد. بازیافت مؤثر تارهای عضلانی از طریق رکاب زدن با سرعت ۹۰ تا ۱۱۰ دور در دقیقه حاصل می‌شود.

شدت تمرین با استفاده ازضربان قلب ذخیره(HRR) اندازه‌گیری می‌شود که در آن ۷۰ تا ۸۰ درصد HRR معادل ۵۷ تا ۷۸ درصد حداکثر میزان مصرف اکسیژن است. این شدت تمرین را می‌توان با استفاده از ضربان ذخیرهٔ قلب، به عنوان شاخص از درصد Vo_2max ، در طی دوچرخه‌سواری در جاده ثبت کرد. کلی‌فرد[1] و همکارانش دریافته‌اند که تفاوت عمده‌ای بین ارتباط مصرف اکسیژن و ضربان قلب در آزمایشگاه و واقعیت (دوچرخه‌سواری در جاده) وجود ندارد.

با استفاده از این دو شکل تمرین، آستانهٔ بی‌هوازی و ظرفیت مصرف اکسیژن باید افزایش یابد. تغییر در آستانهٔ بی‌هوازی ناشی از تمرینات استقامتی از تغییرات Vo_2max بیش‌تر است. بنابراین، آستانهٔ بی‌هوازی عامل حساس‌تری از تأثیرات تمرین است. سطح آستانهٔ بی‌هوازی یا درصد Vo_2max که دوچرخه‌سوار قادر است بدون برهم زدن تعادل بین میزان ورودی و خروجی لاکتات به پلاسما کسب کند، عامل مهمی در ظرفیت دوچرخه‌سواری‌های طولانی‌مدت است. مزایای ناشی از سازگاری‌های فیزیولوژیک به تمرینات بی‌هوازی شامل کاهش مصرف اکسیژن تنفسی، تجمع کم لاکتات، و تولید کم گلیکوژن در یک توان برون‌ده معین است که خود از نتایج افزایش شدت تمرین به شمار می‌رود و می‌تواند به‌صورت هوازی کسب شود.

اهمیت تمرینات آستانهٔ بی‌هوازی برای دوچرخه‌سواران توسط همهٔ ورزشکارانی که این عامل را به عنوان جزء اصلی از تمرینات‌شان برای موفقیت‌های جهانی در نظر گرفته‌اند، مشخص شده است. بنابراین، به نظر می‌رسد که این شاخص از ظرفیت استقامتی در بیش‌تر مسابقات

---

۱. Clifford

دوچرخه‌سواری مهم باشد. در مجموع، به نظر می‌رسد نوع تمرینی که آستانهٔ بی‌هوازی را تقویت می‌کند، مجموعه‌های مسافت طولانی با دوره‌های استراحت کوتاه است. این امر ممکن است برای دوچرخه‌سواری جدید نباشد، اما ثابت نگهداشتن این سرعت مهم است و می‌تواند به چندین روش انجام گیرد.

در یک دوچرخهٔ کارسنج، دوچرخه‌سوار آزمون تمرینی افزاینده را انجام می‌دهد. او با شدت حداقل شروع می‌کند و هر ۲ تا ۳ دقیقه شدت را افزایش می‌دهد تا به حداکثر برونده برسد. کار افزاینده باید با وضعیت ثابتی انجام گیرد که در طی آن ضربان قلب، Vo_2 و لاکتات خون (نمونهٔ گرفته‌شده از نوک انگشت یا نرمهٔ گوش) در پایان هر افزایش اندازه‌گیری می‌شود. سرعت تمرین در جاده و کار برای دوچرخه‌سوار، بر مبنای ضربان قلب معادل با آستانه بی‌هوازی تعیین می‌شود و شدت تمرین با استفاده از ضربان‌شمار قابل حمل ثبت می‌شود.

به هر تقدیر، هدف از این نوع تمرینات افزایش سطح تمرین است که در آن تولید انرژی هوازی با سازوکارهای بی‌هوازی همراه می‌شود. این موضوع برای دوچرخه‌سواری در وضعیت ثابت بالا بدون افزایش لاکتات و نسبت لاکتات/ پیرویت در عضلات یا خون شریانی است. مثلاً، دوچرخه‌سواری با مصرف اکسیژن ۷۲ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه و AT[1] ۷۰درصد Vo_2max می‌تواند با ورودی اکسیژن ثابت ۵۰ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه دوچرخه‌سواری کند. افزایش AT تا ۸۰ درصد اکسیژن دریافتی ثابت ممکن است شدت تمرین را تا سطحی معادل ۵۷/۶ میلی‌لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه افزایش دهد.

۱. Anaerobic Threshould آستانهٔ بی‌هوازی

تمرینات بی‌هوازی

برای موفقیت در مسابقات دوچرخه‌سواری، دوچرخه‌سوار باید سرعت و قدرت داشته باشد. این عامل‌های عملکردی با استفاده از متابولیسم انرژی حاصل از ترکیبات پرانرژی ATP محدود می‌شوند. اگر دوچرخه‌سوار متمایل به دوچرخه‌سواری سریع در هر مسافتی باشد، سیستم‌های تبدیل انرژی بی‌هوازی باید تقویت شوند. توان بی‌هوازی بالا نشانگر توانایی دستگاه‌های بی‌هوازی (ATP-PC و لاکتات) برای تبدیل انرژی در سرعت خیلی بالاست. سرعتی که در آن انرژی می‌تواند تهیه شود، به در دسترس بودن ATP و دهندگان فسفات آن، کراتین فسفات (CP) و آنزیم‌های مربوط بستگی دارد. دوچرخه‌سوار نیاز به ظرفیت بی‌هوازی بالا برای شروع، شتاب‌گیری، بالارفتن از تپه، انشعابات، سرعت‌ها و پایان‌ها دارد. بنابراین، برخی از قسمت‌های برنامهٔ زمانی باید دوچرخه‌سواری کوتاه‌مدت و با شدت بالا را در نظر بگیرند.

هدف از چنین تمریناتی تقویت تارهای عضلانی نوع IIa و IIb است. این تارها به سرعت منقبض می‌شوند و تا حدودی سریع‌تر از تارهای نوع کند انقباض خسته می‌شوند. حداکثر درگیری این تارهای IIa و IIb نیاز به شدت تمرین بیش‌تر از ۹۰ درصد Vo_2max دارد، زیرا کسب این شدت مشکل است. در این زمینه، تمرینات وقفه‌دار توصیه می‌شود. دوره‌های تمرینی با شدت بالا به مدت ۸ تا ۳۰ ثانیه، به همراه دوره‌های بازیابی ۲۰ تا ۳۰ ثانیه نیز توصیه می‌شود. نتیجه ممکن است با ۸ تا ۱۲ تکرار و دوره‌های بازیابی با فاصله(۲ بار در طول تمرین)، حاصل شود. این نوع تمرین بیش از ۲ یا ۳ جلسه در هفته توصیه نمی‌شود. سطوح سرعتی و سرعت در بالا رفتن از تپه‌های کوتاه

و برگشت آسان از تپه روش‌های مؤثری به‌شمار می‌روند. شدت تمرین ممکن است با کاهش زمان بازیابی و استراحت دوره‌ای افزایش یابد.

ترکیب دستگاه‌ها

مسافت‌های طولانی یا تمرینات با وقفه‌های طبیعی باعث تأمین تعادل برنامهٔ تمرینی طراحی‌شده می‌شود. این نوع تمرین یک تا چهار ساعت به درازا می‌کشد. ترکیب تمام تمرینات متناوبی است که پیش‌تر به آن‌ها پرداخته شده است. سرعت بالا با افزایش زمان در بالا رفتن از تپه همراه است. انرژی باید از هر دو دستگاه هوازی و بی‌هوازی تأمین شود.

در این زمینه، هدف اساسی استفاده از بخش عمده‌ای از ظرفیت هوازی در دوره‌های طولانی است. این نوع تمرین تکنیک عملکرد تارهای عضلانی، ظرفیت عضلات برای استفاده از اسیدهای چرب، توانایی تولید مجدد و استفاده از لاکتات و سرانجام همهٔ چیزهایی را که منجر به اختصاص ذخایر گلیکوژن کبد و عضلات می‌شوند، بهبود می‌بخشد.

زمان‌بندی تمرین

چرخهٔ تمرین سالانه (ماکروسیکل) در دوچرخه‌سواری، معمولاً به سه دورهٔ اصلی تمرین تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از آمادگی، مسابقه و مرحلهٔ انتقال (یا استراحت فعال). برخی از دوچرخه‌سواران به این دوره‌های میانه یا متوسط، چرخهٔ متوسط(مزوسایکل) می‌گویند. در هر کدام از این دوره‌ها، ورزشکار در تنظیم حجم، شدت، تناوب و مهارت تمرینی به سوی اوج کارایی می‌کوشد.

برخی از دوره‌ها به فازهای مختلفی تقسیم می‌شوند. ما می‌توانیم هر دوره را بر حسب نیاز به فازهای متعددی تقسیم کنیم که همهٔ این قسمت‌ها به هدف

اصلی مسابقه ختم می‌شوند. مسابقات دوچرخه‌سواری جاده‌ای در ایالات متحد معمولاً از ماه مارس تا اکتبر به طول می‌انجامند؛ این بدان معناست که مرحلهٔ آمادگی باید چهار تا پنج ماه پیش از دورهٔ مسابقات شروع شود. مرحلهٔ انتقال معمولاً زمانی که مسابقات تمام می‌شود (تقریباً اوایل اکتبر)، شروع می‌شود. دوچرخه‌سواران دیگر قاره‌ها باید ماه‌ها را برای تطابق فصل‌های تمرین و مسابقات‌شان هماهنگ کنند.

مرحلهٔ آمادگی

مرحلهٔ آمادگی برنامهٔ سالانه طولانی‌ترین مرحله است و بیش از شش ماه به درازا می‌کشد. به دلیل طولانی بودن مرحلهٔ آمادگی و مهارت‌های مختلفی که باید در این دوره از برنامهٔ تمرینی به‌دست آیند، این دوره به دو مرحله تقسیم می‌شود. مرحلهٔ نخست شامل تقویت شرایط عمومی از طریق تمرینات با وزنه، دوچرخه‌سواری داخل کشوری و اسکی دور کشوری می‌شود. مرحلهٔ دوم بر تمرینات ویژهٔ دوچرخه‌سواری تأکید می‌ورزد که ورزشکار برای افزایش استقامت، سرعت و توان کار می‌کند.

مرحلهٔ آمادگی عمومی

در این مرحله از دورهٔ آمادگی، ورزشکار باید با فعالیت‌هایی با شدت نسبتاً پایین و زمان طولانی شروع کند. به سخن دیگر، تمرین با شدت کم و زمان طولانی آغاز می‌شود و پنج تا شش روز در هفته و هر روز سه تا چهار ساعت به درازا می‌کشد.

دوچرخه‌سوار هرچه به انتهای این مرحلهٔ آمادگی عمومی نزدیک می‌شود، شدت تمرین افزایش می‌یابد و مسافت‌های پیموده‌شده بیش‌تر می‌شوند.

در این مرحله، ورزشکار به سوی فعالیت‌هایی که شرایط کلی بدن را تقویت می‌کند، تشویق می‌شود. برای بهبود استقامت، ورزشکار باید در تمریناتی مانند پیاده‌روی‌های تپه‌ای طولانی یا اسکی دور کشوری به مدت چند ساعت شرکت کند. شدت این فعالیت ها باید ٦٠ تا ٨٠ درصد از حداکثر ضربان قلب (برای مردان و زنان مسن‌تر و دوچرخه‌سواران کوچک‌تر) باشد. شدت تمرین را تحت آستانهٔ بی‌هوازی برای بیش‌تر فعالیت‌ها نگه دارید. اسکی دور کشوری، دو، پیاده‌روی و اسکیت فعالیت‌های سودمندی برای افزایش استقامت‌اند.

در کنار توجه به تمرینات عمومی و استقامتی در این مرحله، شروع دوچرخه‌سواری در طی ماه‌های دسامبر و ژانویه ضروری است. در این زمان، تمرینات روی دوچرخه مهم‌ترند و تمرینات تکمیلی برای تعدیل کردن تدریجی تمرینات در ژانویه شروع می‌شوند. دوچرخه‌سواری باید شامل راندن یک دوچرخهٔ جاده‌ای (داخل سالنی و خارج سالنی) و دوچرخهٔ کوهستان باشد. تمرینات داخل سالن برای تنوع و اجتناب از رخوت و بی‌حوصلگی ورزشکاران، به چندین جلسه تقسیم می‌شوند. در زیر نمونه‌ای از تمرینات هفتگی در طی مرحلهٔ آمادگی عمومی آمده است:

شنبه: صبح یک ساعت تمرینات استقامتی ساده، بعد از ظهر تمرینات مقاومتی.

یک‌شنبه: دو ساعت تمرینات استقامتی ساده، یک پرش و یک دورهٔ سه دقیقه‌ای کار با سرعت آستانهٔ بی‌هوازی.

دوشنبه: تمرینات مقاومتی، در ادامه ٦٠ تا ٩٠ دقیقه تمرینات استقامتی.

سه‌شنبه: روز ساده‌ای با کارهای بسیار کم ٣٠ دقیقه‌ای یا کل روز

استراحت.

چهارشنبه: صبح یک تا سه ساعت تمرینات استقامتی.

پنج‌شنبه: تمرینات استقامتی (به‌جز دوچرخه) دو تا چهار ساعت. تمرینات استقامتی (به‌جز دوچرخه) دو تا چهار ساعت، کار خیلی کم دو تا پنج دقیقه‌ای با سرعت آستانهٔ بی‌هوازی.

جمعه: دوچرخه‌سواری طولانی‌مدت دو تا سه ساعت، یک یا دو پرش.

فاز تخصصی

در این مرحله، مسابقه در برنامه گنجانده می‌شود. تمرینات عمومی در مثال ما رو به پایان می‌رود.

نیازهای فیزیولوژیک این مرحله افزایش شدت است. کار با اینتروال‌ها، توان، سرعت‌ها و آستانهٔ بی‌هوازی شروع می‌شود. ضربان قلب ۸۵ درصد تا ۹۵ درصد از حداکثر ضربان قلب است یا حتی از آن نیز فراتر می‌رود. استراحت مناسب باید بین جلسات تمرینی سخت یا جلسات مسابقه گنجانده شود. مسابقات کوتاه‌مرحلهٔ سه تا چهار روزه می‌توانند به برنامه افزوده شوند.

برنامهٔ مسابقه در طی این مرحله باید در درون اصول مرحلهٔ آمادگی، افزایش استقامت و افزایش سرعت و توان باقی بماند. شرکت در مسابقات باید تنها زمانی مد نظر قرار گیرد که در اهداف دورهٔ آمادگی اخلالی ایجاد نکنند. به گفتهٔ دیگر، نباید از ورزشکار خواست تا در مسابقات دشوار شرکت کند؛ بسیاری از مسابقات می‌توانند به‌صورت «مسابقات تمرینی» باشند. مسابقات تمرینی نباید الزاماً به قصد پیروز شدن انجام شوند، بلکه باید با هدف دوچرخه‌سواری در مسافت‌ها و آزمودن شخص در انشعابات و سرعت‌ها برگزار شوند.

شدت تمرینات نیز به همراه مدت زمان‌شان به‌طور ثابت در این مرحله افزایش می‌یابد. ماه مارس باید از منظر تمرین و مسابقه مهم‌ترین ماه باشد. در ادامه نمونهٔ هفتگی این مرحلهٔ اختصاصی آمده است. مرحلهٔ اختصاصی بی‌واسطه به مرحلهٔ مسابقه پایان می‌پذیرد. برای ورزشکار مهم است که پیش از این که فصل مسابقات شروع شود، در اوج قرار داشته باشد. رسیدن به بهترین عملکرد هدف اصلی دورهٔ مسابقات است.

شنبه: دو تا سه ساعت دوچرخه‌سواری ساده در زمین مسطح، ضربان قلب ٦٠ تا ٦٥ درصد از میزان حداکثر.

یک‌شنبه: پس از گرم کردن مناسب، دو ساعت وقفه‌های طولانی ضربان قلب بالای ۹۵ درصد حداکثر در انتهای تناوب‌ها. در طول این مدت، از دنده‌های سنگین استفاده کنید.

دوشنبه: دو تا سه ساعت پرش، سرعت و دوچرخه‌سواری با آستانهٔ بی‌هوازی. پنج تا شش بار سرعت ٤٠٠ تا ٥٠٠ یارد، ۲۰ تا ۳۰ ثانیه سرعت آستانهٔ بی‌هوازی، دو پرش با ۱۵۰ تا ۲۰۰ یارد.

سه‌شنبه: دو ساعت انواع فعالیت‌های تناوبی طولانی و یک بالا رفتن ۲۰ تا ٤٠ دقیقه‌ای (محدودهٔ ضربان قلب بین ۷۰ تا ۹۵ درصد).

چهارشنبه: دوچرخه‌سواری بدون فشار یک‌ساعته، ضربان قلب ٦٠ تا ٦٥ درصد. اگر ورزشکار واقعاً خسته باشد، این روز به استراحت اختصاص می‌یابد.

پنج‌شنبه: دوچرخه‌سواری باشگاهی یا تیمی سه تا چهارساعته، ضربان قلب نباید بالاتر از ۸۰ درصد از حداکثر ضربان قلب باشد؛ یا مسابقات جاده‌ای منطقه‌ای.

جمعه: دوچرخه‌سواری باشگاهی یا تیمی به مدت دو تا سه ساعت (۶۰ درصد تا ۹۵ درصد از حداکثر ضربان قلب)، یک کار تپه‌ای و شش تا هشت مسابقهٔ سرعتی یا جاده‌ای منطقه‌ای یا مسابقات سنجشی.

به اوج رسیدن در دورهٔ مسابقه

در طی مرحلهٔ مسابقه، آمادگی جسمانی، ذهنی و تاکتیکی باید به اوج برسد. هدف ورزشکار در این دوره، گذشته از کسب نتایج، رسیدن به عملکرد مسابقه‌ای است. انجام این امر در فصلی که ممکن است از ماه می تا آخر سپتامبر به درازا بکشد، مشکل است. در این مورد لازم است که دوره‌های استراحت کوتاه باشند یا بازیابی در طی دورهٔ مسابقه طراحی شود.

اگر آمادگی برای یک مسابقهٔ اصلی، مانند مسابقات منطقه‌ای یا ملی باشد، توصیه می‌شود که ورزشکار استراحت کوتاهی در برنامهٔ تمرینی (به مدت دو هفته بدون مسابقه) داشته باشد. دورهٔ دو هفته‌ای باید با سه تا چهار روز تمرین ساده شروع شود و سپس در نه تا ده روز فعالیت‌ها به حداکثر برسند. این کار مختص آمادگی برای مسابقه است. برای مثال، اگر مسابقه شامل بالا رفتن از سربالایی نیز بشود، ورزشکار باید چندین جلسهٔ تمرینی را صرف تکنیک بالا رفتن و توان بکند.

مرحلهٔ دوم این دورهٔ آمادگی کوتاه باید به‌طور مناسب با برنامه‌های خاصی پیش از مسابقات اجرا شود. تمرینات با شدت بالا و تناوب‌های شبه‌مسابقه‌ای، دوهای سرعت، موتورسواری و دیگر تمرینات باید بخشی از برنامه‌های این دوره باشند. تا دو روز پیش از مسابقه، ورزشکار تنها باید تمرینات سبک و کوتاه‌مدت، با دو تا سه پرش در هر روز انجام دهد و سپس از نظر ذهنی و

تغذیه‌ای برای مسابقه آماده شود.

هر دوچرخه‌سواری برای رسیدن به اوج عملکرد خود در فصل مسابقه نیاز به مسابقه دارد. بی‌تردید، مسابقات طراحی‌شده نمی‌توانند تنها جایگزین تمرینات سخت شوند؛ مسابقات برای رسیدن به اوج عملکرد جسمانی ضروری‌اند. میزان مسابقات مورد نیاز برای رسیدن به حداکثر آمادگی جسمانی، از ورزشکاری به ورزشکار دیگر متفاوت است. برای رسیدن به موفقیت باید به میزان صحیح و بر حسب توان خود مسابقه دهند. یک دوچرخه‌سوار ممکن است نتواند به اندازهٔ قوی‌ترین دوچرخه‌سوار تیم خود مسابقه دهد.

بیش‌تر دوچرخه‌سواران دربارهٔ رسیدن به اوج چیزهایی شنیده‌اند، اما باید بدانند که این فرایند به یک‌باره روی نمی‌دهد و نیازمند ماه‌ها یا حتی سال‌ها تمرین و کوشش برای مسابقات بزرگ‌تر مثل مسابقات جهانی است. وانگهی، اهداف باید از پیش مشخص شوند و زمینه‌های لازم برای رسیدن به آن اهداف فراهم آید.

مفهوم در اوج بودن نباید محدود به یک فصل باشد و می‌تواند به دامنهٔ وسیعی نزدیک شود. برای مثال، دوچرخه‌سوار ممکن است برای چندین مسابقهٔ منطقه‌ای در طی فصل آتی در اوج باشد. با اضافه شدن مسابقات طولانی‌تر در سال آتی، هدف در سال سوم می‌تواند جای‌گیری مناسب در گروه‌های سنی در مسابقات قهرمانی ملی باشد.

به دلیل جدول زمانی پرتراکم مسابقات و تنوع مسابقات پیشنهادی، برنامه‌ریزی برای رسیدن به اوج مشکل است. یک دوچرخه‌سوار در یک مسابقهٔ خاص، مانند مسابقات منطقه‌ای، در اوج است؛ دوچرخه‌سوار دیگری

در مجموعه‌ای از مسابقات که ممکن است دو هفته به درازا کشد، در اوج باشد. در مسابقات قهرمانی ملی، ورزشکار در برنامه‌های زمانی به اوج رسیدن شرکت می‌کند.

اغلب دوچرخه‌سواران، مربیان و کارشناسان ورزشی می‌گویند که هر ورزشکاری در هر سال تنها دو یا سه امکان در اوج بودن دارد. برای عملکرد بهتر ورزشکاران نیاز دارند که دست‌کم شش تا هشت هفته بین مسابقات استراحت کنند. برای مثال، آن‌ها ممکن است در مسابقات اواخر بهار و سپس در مسابقات میانهٔ تابستان در اوج باشند. اوج نهایی می‌تواند برای مسابقات ملی پاییز روی دهد. بین مسابقات، آن‌ها باید بازیابی و تجدید قوا داشته باشند و با تمرین و هماهنگی خوب وارد مسابقه شوند.

پیش از مسابقه باید به دوچرخه‌سواران اجازه دهند که مسافت‌ها را کم کنند و بر سرعت بیفزایند و در پایان برنامه، تمرینات تکنیکی را اجرا کنند. همهٔ تمرینات سخت باید چند روز پیش از مسابقه پایان یابند و با تمرینات متوسط و ساده جایگزین شوند؛ سپس هنگامی که احساس خوبی دارند، استارت‌های سرعتی بزنند.

برنامهٔ طراحی‌شدهٔ سیستماتیک برای رسیدن به اوج در فصل مسابقات مهم است. به خاطر داشته باشید که اگرچه گزارش‌های سالانهٔ دوچرخه‌سواری پر از داستان‌هایی دربارهٔ ورزشکاران موفق است، اما بسیاری نیز در سر آغاز کار و مواجهه با حریف خط خورده‌اند یا با شکست روبه‌رو شده‌اند. احتمالاً برخی از آن‌ها آماده نبوده‌اند یا به اوج آمادگی و عملکرد بهینهٔ خود نرسیده بودند. به یاد داشته باشید که رمز موفقیت در هر مسابقهٔ ورزشی، آمادگی برای عملکرد بهینه در زمان مناسب است.

دورهٔ گذار یا انتقال

مرحله انتقال پایان فصل مسابقه است و زمان انتقال به شروع دورهٔ آمادگی عمومی به‌شمار می‌رود. پس از فصل مسابقات و به اوج رسیدن برای مسابقات انتخابی اصلی، دوچرخه‌سوار به دوره‌ای برای کاهش تمرین و ریکاوری ذهنی و جسمی نیاز دارد.

از این دوره با نام دورهٔ استراحت فعال یاد شده است تا ورزشکار سطح عملکرد خاص و شرایط تمرینی متوسط را برای آمادگی بالا حفظ کند. ادامهٔ تمرین در طی این دوره برای ورزشکار مهم است، زیرا دورهٔ استراحت غیرفعال باعث می‌شود که شروع مناسب تمرین در مرحلهٔ آمادگی عمومی برای ورزشکار مشکل شود.

دورهٔ انتقال نباید بیش‌تر از شش تا هشت هفته باشد و بهتر است چنین دوره‌ای مشتمل بر تمرینات چرخه‌ای در دیگر فعالیت‌ها باشد. اگر دوچرخه‌سواران در این دوره مسابقات چرخه‌ای یا مسابقات دوچرخه‌سواری کوهستان را برگزینند، فشار روانی برخاسته از اجرای این تمرینات باید تا حد ممکن کم باشد. افزون‌بر این، این دوره از سال زمان شروع تمرینات مقاومتی به‌شمار می‌رود.

نتیجه‌گیری

مطالعات بنیادی دربارهٔ ورزش دوچرخه‌سواری در منابع مختلفی پراکنده است. این تک‌آموز برای ترکیب، تلفیق و استفاده از دانش علمی در باب فیزیولوژی دوچرخه‌سواری تدوین شده است.

عوامل مؤثر برای موفقیت در دوچرخه‌سواری همانند دامنهٔ مقررات این

رشته متنوع است. تنها با توجه ویژه به اصل ویژگی تمرین، مربی و ورزشکار می‌توانند امیدوار باشند که به اهداف واقعی خود دست یابند. تکنیک‌های علمی و پیشرفتهٔ گوناگونی برای تعیین تاریخچهٔ عملکرد دوچرخه‌سوار، و در نتیجه برنامه‌ریزی برای تمرین و مسابقه طراحی شده‌اند. شواهد فراوانی نشان می‌دهند که عوامل فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و تغذیه‌ای در آمادگی دوچرخه‌سوار برای مسابقه مؤثرند.

با استفاده از رئوس تکنیک‌ها و پروتکل‌ها، ارزیابی قدرت یا ضعف نسبی دوچرخه‌سوار برای تعیین پیشرفت در عملکرد شخصی امکان‌پذیر می‌شود و با استفاده از تمریناتی که شرایط مسابقه را ارزیابی می کنند، به ورزشکار کمک می‌شود تا توانایی‌های خود را درک کند.

نتیجه‌گیری

1. Swain DP, Coast JR, Clifford PS, Milliken MC, Gundersen JS. Influence of body size on oxygen consumption during cycling. J Appl Physiol1987;62:668-672.

2. McCole SD, Claney K, Conte JC, Anderson R, Hagberg JM. Energy expenditure during bicycling. J Appl Physiol 1990;68: 748-853.

3. Pugh LGCE. The relation of oxygen intake and speed in competi- tion cycling and comparative observations on the bicycle ergome- ter. J Physiol (Lond) 1974;241:795-808.

4. Sjogaard GB, Nielsen B, Mikkelsen F, Saltin B, Burke ER. Physi- ology of cycling. Ithaca: Movement Publications, 1982:33-37.

5. SwainDP, CoastJR, Milliken MC, Clifford PS, Vaughan R,Stray- Gundersen J. Is there an optimum body size for competitive cycling?

In: Burke ER, Newsom MM, eds. Medical and scientific aspects of cycling. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988:39-46.

6. Merrill EG. The B.C.C.S. physiological test program: British cy- cling coaching scheme. Coaching News 1980;Summer:13-25.

7. Di Prampero FE, Cortili G, Mognoni P, Saibene F. Equation of motion of a cyclist. J Appl Physiol1979;47:201-206.

8. Kyle CR. Ergogenics for bicycling. In: Lamb DR, Williams W, eds. Ergogenics: enhancement of performance in exercise and sport. Indianapolis: Benchmark Press, 1991:373-413.

9. Hagberg lM, McCole MS. Energy expenditure during cycling. In: Burke ER, ed. High tech cycling. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996:167-184. '

10. Kyle CR, Caiozzo VJ. Experiments in human ergometry as applied to the design of human

powered vehicles. Int J Sport Biomech 1986;2:6-19.

11. Whitt FR, Wilson DG. Bicycling science. Cambridge: MIT Press, 1982:29-67.

12. Dal Monte A, Faina AM. Human anaerobic power output. In: UCI Congress on the medical and scientific aspects of cycling. Abono Terme, Italy: 1989:19-21.

13. Craig NP, Pyke FS, Norton KI. Specificity of test duration when assessing the anaerobic lactic acid capacity of high-performance track cyclists. Int J Sports Med 1989;10:237-242.

14. Burke ER, Fleck S, Dickson T. Post-competition blood lactate concentrations in competitive track cyclists. Br J Sports Med 1981;15:242-245.

15. Jacobs R, Tesch FA, Bar-Or 0, Karlsson J, Dotan R. Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. J Appl Physiol1983;55:365-367.

16. Jones NL, McCarthney N, Graham T, et al. Muscle performance and metabolism in maximal isokinetic cycling at slow and fast speeds. J Appl Physiol1985;59:132-136.

17. Davies CTM. The physiology of cycling with reference to power output and muscularity. Ann Physiol Anthropol1992;11:309-312.

18. Capelli C, di Prampero FE. Maximal explosive power and aerobic exercise in humans. Schweiz Z Sportsmed 1991;39:103-111.

19. Faria IE. Energy expenditure, aerodynamics and medical prob- lems in cycling. Sports Med 1992;14:43-63.

20. Johnson S, Shultz B. The physiological effects of aerodynamic handlebars. Cycling Sci 1990;2:9-12.

21. Origenes MM, Blank SE, Schoene RB. Exercise ventilatory re- sponse to upright and aero-position cycling. Med Sci Sports Ex- erc 1993;25:608-612.

22. Whitt FR, Wilson DG. Bicycling science. Cambridge: MIT Press, 1982:71-80.

23. Berglund L, Fashena D, Su X, Gwosdow A. Absorbed solar radia- tion from measured sweat rate. In: Proceedings of the Thirteenth Annual Northeast Bioengineering Conference. Philadelphia: 1987: 507-510.

24. Berglund L, Fashena D, Su X. Evaporative weight loss as a mea- sure of absorbed thermal radiation in the human. 8th Conference on Biometeorology and Aerobiology. Boston: American Meteoro- logic Society, 1987:338-340.

25. Montain SJ, Coyle EF; The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J Appl Physio11992;73:1340-1350.

26. Montain SJ, Coyle EF. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. J Appl PhysioI1992;73:903-910.

27. Mitchell JB, Voss KW. The influence of volume on gastric empty- ing and fluid balance during prolonged exercise. Med Sci Sports Exerc 1991;23:314-319.

28. Brouns F, Saris WHM, Stroecken J, et al. Eating, drinking, and cycling, a controlled Tour de France simulation study: part 1. Int J Sports Med 1989;10:S32-S40.

29. Saris WHM, van Erp-Baart AMJ, Westerterp KR, ten Hoor F. Study on the food intake during extreme sustained exercise: the Tour de France. Int J Sports Med 1989;10:S26-S31.

30. Brouns F, Saris WHM, Stroecken J, et al. Eating, drinking, and cycling, a controlled Tour de France simulation study: part 2. Int J Sports Med 1989;10:S41-S48.

31. Burke ER. The physiological characteristics of competitive cy- clists. Physician Sportsmed 1980;8:78-84.

32. White JA, Quinn G, AI-Dawalibi M, Nulhall

J. Seasonal changes in cyclists' performance, part 1: the British Olympic road race squad. Br J Sports Med 1982;16:4-12.

33. White JA, Quinn G, Al-Dawalibi M, Nulhall J. Seasonal changes in cyclists' performance, part 2: the British Olympic track squad. Br J Sports Med 1982;16:13-21.

34. Mackova E, Melichna J, Placheta Z, Blahova D, Semiginovsky B. Skeletal muscle characteristics of sprint cyclists and nonathletes. Int J Sports Med 1986;7:295-297.

35. Burke ER, Cerny F, Costill D, Fink W. Characteristics of skeletal muscle in competitive cyclists. Med Sci Sports Exerc 1977;9: 109-112.

36. Coyle EF, Feltner ME, Kautz SA, et al. Physiological and biome- chanical factors associated with elite endurance cycling performance. Med Sci Sports Exerc 1991;23:93-107.

37. Ahlquist LE, Bassett DR, Sufit R, Nagle FJ, Thomas DP. The effect of pedaling frequency on glycogen depletion rates in type I and type II quadriceps muscle fibers during submaximal cycling exercise. Eur J Appl PhysioI1992;65:360-364.

38. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JD.. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. Med Sci Sports Exerc 1992;24:782-788.

39. Gregor RJ, Rugg SG. Effects of saddle height and pedaling ca- dence on power output and efficiency. In: Burke ER, ed. Science of cycling. Champaign, IL: Human Kinetics, 1986:69-90.

40. Gregor RJ, Broker JP, Ryan MM. The biomechanics of cycling. In: Holloszy JO, ed. Exercise and sport science reviews. Vol 19. Baltimore: Williams & Wilkins, 1991:127-169. 41. Desipres M. An electromyographic study of competitive road cycling conditions simulated on a treadmill. In: Nelson RC, More-

house C, eds. Biomechanics IV. Baltimore: University Park Press, 1974:349-355.

42. Kautz SA, Feltner ME, Coyle EF, Baylor AM. The pedaling technique of elite endurance cyclists: changes with increasing workload at constant cadence. Int J Sport Biomech 1991;7:29-53.

43. Fagard R, Aubert A, Lysens R. Noninvasive assessment of sea- sonal variations in cardiac strncture and function in cyclists. Circu- lation 1983;67:896-901.

44. Krebs PS, Zinkgraf S, Virgilio S. The effects of training variables, maximal aerobic capacities, and body composition upon cycling performance time. Med Sci Sports Exerc 1983;15:133.

45. Clifford PS, Coast JR, Swain DP. Heart rate/ oxygen consumption relationship during cycling. Med Sci Sports Exerc 1986;18:S36.