Sport Medicine Studies **Volume 13, No 30, 2022, Page 119-134**

Research Paper

Effects of Three Saddle Heights on Oxygen Consumption and Energy Economy of Iranian National Elite Cyclists

Sh. Shekari[1], M. Eslami[2], F. Salari Eskar[3], A. Sharifnezhad[4]

1. MA Student in Sports Biomechanics; University of Mazandaran
2. Associate professor; Faculty of sports sciences; University of Mazandaran, Boblsar, Iran
3. Assistant professor; Faculty of sports sciences; University of Mazandaran, Boblsar, Iran
4. Department of Sport Biomechanics and Technology— Sport Science Research Institute

Received Date: 2021/07/10 **Accepted Date: 2022/02/05**

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of saddle height changes on oxygen consumption and economy of cycling in national elite cyclists. Respiratory gases data were collected from 15 men cyclists. Saddle heights were determined based on knee angle values (25°, 30° and 35°). The oxygen consumption and pulmonary ventilation were measured using metamax gas analyzer and cycling economy was determined by calculating the oxygen uptake efficiency slope (OUES). Two-way analysis of variance with repeated-measurements was used to analyze the data. The results showed that changes in the saddle height could alter the sum of oxygen consumption while no significant effects were found on the OUES and pulmonary ventilation. In the present study, cycling at the saddle height of 30 degree showed less oxygen consumption, thus it could be considered an optimal saddle height position.

Keywords: Saddle Height, Economy, Oxygen Consumption, Oxygen Uptake Efficiency Slope (OUES), Cycling.

1. Email: shaghayeghshekari92@gmail.com
2. Email: mseslami@gmail.com
3. Email: fatemehsalari2@gmail.com
4. Email: a_sharifnezhad@dr.com

Extended Abstract

Background and Purpose

A proper saddle height to perform optimally and to decrease the risk of developing an overuse injury is important for a cyclist riding at different workloads and pedaling speed revolutions within hours. A lower saddle height based on trochanteric leg length has been shown to result in greater knee joint angle kinematics, while the use of a 25° to 35° knee angle has been recommended for optimal anaerobic power. Despite findings of previous studies, the effect of different saddle heights on oxygen consumption and economy of cycling is unclear. The purpose of this study was to determine the effect of saddle height changes on oxygen consumption and economy of cycling in national elite cyclists a graded exercise protocol of 150 W, 200 W and 300 on a cycle ergometer.

Materials and Methods

15 national elite cyclists (average age of 20±5.39 years; weight of 66.36 ± 7.13 kg; height of 175.75 ± 4.78 cm) were selected. All subjects filled out an informed consent form in accordance with the policies of the Committee for Use of Human Subjects in Experimentation.

Subjects performed a graded exercise protocol of 150, 200 and 300 Watt on a cycle ergometer (Ergometrics ER 800 s) for 90 minutes in each saddle height trails. Saddle heights were determined based on measuring knee angle values at 25°, 30° and 35° using a goniometer while participant held the pedal crank at the 6 o'clock position (Pouller & Green, 2011) (Fig 1).

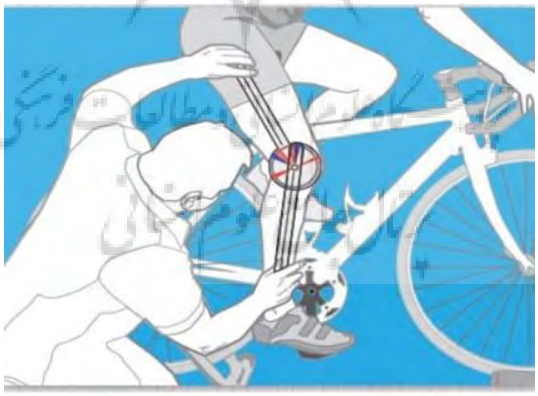


Fig 1- Determination of saddle height based on knee joint angle

The oxygen consumption was measured during the last 30 s for each saddle height trial using Metamax 3B gas analyzer and cycling economy was determined by calculating the Oxygen Uptake Efficiency Slope (OUES) using:

$$Vo2 = Alog10\,VE + b \quad (1)$$

Where:

Vo2 $_{(ml/min)}$: oxygen uptake at last 30 minutes

VE $_{(ml/min/kg)}$: total ventilation

A: OUES or the Oxygen Uptake Efficiency Slope (Baba et al 1996).

Data analysis was conducted offline using a custom Matlab (Mathworks Inc, MA) analysis package. SPSS statistical software package was used to conduct two-way analysis of variance (3 saddle heights × 3 workloads) with repeated-measurements to analyze oxygen consumption and pulmonary ventilation ($\alpha = 0.05$).

Findings

The results showed the main effect of the saddle height trails ($p < 0.05$). At 30° knee angle, the oxygen consumption decreased significantly in 200 and 300 watt workloads as compared to 25°. However, no significant effects of saddle height and three workloads were found on the OUES and pulmonary ventilation (table1).

Table1- Comparison of Vo$_{2\ (ml/min)}$, VE $_{(ml/min/kg)}$, OUES among three different saddle height trials at 150 W, 200 W and 300 W workloads

Variables	Saddle height based on Knee angle (degree)	300 Watt (mean±SD)	200 Watt (mean±SD)	150 Watt (mean±SD)
Vo2 (ml/min)	25	1127.40±120.22	907.49±107.96	750.82±102.72
	30	1063.32±183.40	877.33±96.88 *	714.79±105.07*
	35	1129.53±109.98	899.87±117.04	735.82±106.35
VE (ml/min/kg)	25	116.02±19.17	82.18±12.50	63.44±12.27
	30	107.68±21.13	76.83±9.98	60.23±7.51
	35	115.15±20.06	80.21±11.10	61.53±10.78
OUES[1]	25	5970.48±1686	5461.61±1093.02	4759.55±772.01
	30	5410.19±1551.61	5381.49±1447.61	4509.55±741.21
	35	6573.17±2311.87	5251.95±1135.23	4666.10±763.51

*** P<0.05 in compared to 25 degree**

1. the Oxygen Uptake Efficiency Slope

Conclusion

Previous studies suggested that there is an optimum saddle height in which cyclists could perform efficiently and decrease the risk of developing an overuse injury. Our findings showed that the saddle height based on 30° knee angle could decrease oxygen uptake compared to 25° within progressive exercise protocol of 150 W, 200 W and 300 W. However, no significant change was observed in the oxygen uptake efficiency slope among the three saddle heights within the progressive exercise protocols. These findings show that an optimum saddle height of 30° could decrease oxygen uptake; however, it may not be expected to improve oxygen uptake efficiency slope within hours of pedaling revolution speeds.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی دوره ۱۳، شماره ۳۰، پاییز و زمستان ۱۴۰۰. صص ۱۳۴-۱۱۹

مقالهٔ پژوهشی

تاثیر سه ارتفاع متفاوت زین بر اکسیژن مصرفی و اقتصاد انرژی دوچرخه‌سواران نخبهٔ ملی ایران

شقایق شکاری[۱]، منصور اسلامی[۲]، فاطمه سالاری اسکر[۳]، علی شریف نژاد[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران.
۲. دانشیار دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. (نویسنده مسئول)
۳. استادیار دانشکدهٔ علوم ورزشی دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۴. استادیار پژوهشگاه علوم ورزشی، تهران، ایران.

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۱/۱۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تغییرات ارتفاع زین بر اکسیژن مصرفی و اقتصاد انرژی رکاب‌زنی در دوچرخه‌سواران نخبهٔ ملی بود. داده‌های مربوط به تجزیهٔ گازهای تنفسی ۱۵ دوچرخه‌سوار مرد شرکت‌کننده در این پژوهش ثبت شد. ارتفاع زین بر اساس استفاده از محدودهٔ زاویه فلکشن زانو (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه) تعیین شد. اکسیژن مصرفی و تهویهٔ ریوی به‌وسیلهٔ دستگاه گاز آنالایزر متامکس جمع‌آوری و اقتصاد انرژی از محاسبهٔ تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی در هر ارتفاع زین محاسبه شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با مقادیر تکراری دوعاملی استفاده شد. نتایج نشان داد تغییرات ارتفاع زین بر مجموع مصرف اکسیژن اثرگذار است، درحالی‌که بر شیب بازده اکسیژن جذبی به‌عنوان شاخص اقتصاد حرکتی اثر معناداری نداشته است. در پژوهش حاضر دوچرخه‌سواران در ارتفاع زین ۳۰ درجه، میزان اکسیژن مصرفی کمتری نشان دادند و این ارتفاع، در مقایسه با دو ارتفاع زین دیگر در وضعیت بهینه‌تری قرار داشت.

واژگان کلیدی: ارتفاع زین، اقتصاد انرژی، اکسیژن مصرفی، تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی، دوچرخه‌سواری.

1. Email: shaghayeghshekari92@gmail.com
2. Email: mseslami@gmail.com
3. Email: fatemehsalari2@gmail.com
4. Email: a_sharifnezhad@dr.com

مقدمه

ارتفاع زین یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عملکرد دوچرخه‌سواران حین رکاب‌زنی شناخته می‌شود (۱،۲). اهمیت این موضوع با توجه به برگزاری مسابقات دوچرخه‌سواری حرفه‌ای در مسافت‌های طولانی، دوچندان می‌شود (۳). مربیان باید برای پیشگیری از آسیب‌های پرکاری و ارتقای بیومکانیک رکاب‌زنی، ارتفاع مناسب زین را به دوچرخه‌سواران باید پیشنهاد کنند؛ زیرا ارتفاع مناسب می‌تواند بر بهینه‌سازی فعالیت عضلانی، کینماتیک مفاصل و درنتیجه کاهش کار مکانیکی مفاصل و نیز تولید توان خروجی قامه اثرگذار باشد (۴). این در حالی است که بر اساس دانش ما، برای تعیین ارتفاع مناسب زین با توجه به آنتروپومتری دوچرخه‌سواران تا کنون قاعده‌ای مشخص ارائه نشده است (۴،۵). در حال حاضر ارتفاع زین بر اساس نسبت زین به اجزای دوچرخه و ویژگی‌های آنتروپومتری دوچرخه‌سوار تعیین می‌شود. در چندین پژوهش، محدودهٔ ارتفاع بهینه زین ۹۶-۱۰۰ درصد ارتفاع تروکانتر از زمین در نظر گرفته شده است (۶،۷). همچنین، ویژگی‌های آنتروپومتریکی در تعیین ارتفاع زین از ارتفاع تروکانتر بزرگ[1]، ارتفاع عانه[2] و فاصلهٔ برجستگی نشیمن‌گاهی[3] از زمین استفاده شده است (۸). با وجود این روش‌ها، تفاوت‌های فردی در طول استخوان ران، درشت‌نی و پا در نظر گرفته نمی‌شود (۹). نتایج پژوهش‌ها تغییرات مناسبی در شاخص اکسیژن مصرفی دوچرخه‌سواران نشان داده است (۱۱-۹)؛ برای مثال، نتایج پژوهش شنوم و دوریس[4] (۱۹۷۶) که درصد طول عانه از زمین را برای تعیین ارتفاع زین انتخاب کرده بودند، نشان داد اکسیژن مصرفی بین ۱۰۰ درصد و ۱۰۳ درصد طول عانه از زمین کاهش پیدا کرد (۱۲). در پژوهش نوردین سیندر[5] (۱۹۷۷) که درصد طول تروکانتر از زمین را برای تعیین ارتفاع زین انتخاب کرده بودند، مشخص شد ۱۰۰ درصد طول تروکانتر در مقایسه با ۹۵ درصد و ۱۰۵ درصد اکسیژن مصرفی را کاهش داد (۱۳). همچنین پریس و داون[6] (۱۹۹۷) دامنهٔ ارتفاع بهینهٔ زین را برای کاهش اکسیژن مصرفی بین ۹۶ درصد و ۱۰۰ درصد ارتفاع تروکانتر گزارش کردند (۶). در پژوهش پولر[7] (۲۰۰۸) مشخص شد اکسیژن مصرفی در ارتفاع زین ۲۵ درجه، در مقایسه با ارتفاع زین ۳۵ درج،ه فلکشن زانو و ۱۰۹ درصد طول عانه به‌طور معناداری کمتر بود (۱۰). با وجود روش‌های متفاوت تعیین ارتفاع بهینهٔ زین و نتایج متفاوت در ادبیات پژوهشی، بر اساس دانش پژوهشگران، گزارشی علمی یافت نشد که نشان دهد آیا ارتفاع زین تعیین‌شده بر

1. Greater Trochanter
2. Pubis
3. Ischial Tuberosity
4. Shennum and DeVries
5. Nordeen Snyder
6. Price and Donne
7. Peveler

اساس زاویهٔ زانو در حالت ایستا می‌تواند بر توان خروجی و اقتصاد انرژی دوچرخه‌سواران تأثیرگذار باشد یا خیر.

هدف پژوهش حاضر این است که با تغییر ارتفاع زین در سه مرحله بر اساس زوایای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجهٔ زانو، میزان تغییر اقتصاد انرژی و حداکثر مصرف اکسیژن دوچرخه‌سواران با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر متامکس، که به شیوهٔ تنفس به تنفس کار می‌کند، بررسی شود. به‌علاوه، پژوهشگران به دنبال ارائهٔ شاخص اقتصاد انرژی به‌منزلهٔ شاخصی جایگزین برای اکسیژن مصرفی در پیش‌بینی اقتصاد انرژی دوچرخه‌سواران‌اند. بنابراین، هدف مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر تغییرات ارتفاع زین بر اساس سه زاویهٔ زانو (زمانی که پدال در پایین‌ترین موقعیت قرار بگیرد) بر اکسیژن مصرفی و اقتصاد انرژی رکاب‌زنی در دوچرخه‌سواران نخبهٔ ملی بود. این پژوهش می‌تواند دستاوردهایی قابل‌توجه در زمینهٔ تعیین ارتفاع زین بهینه در دوچرخه‌سواران نخبهٔ ملی داشته باشد.

روش پژوهش

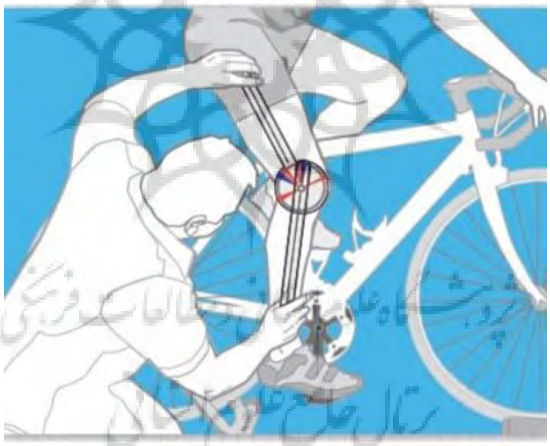
جامعهٔ آماری این پژوهش را دوچرخه‌سواران نخبه تشکیل می‌دهند که تعداد ۱۵ نفر از آن‌ها بعد از بررسی شروط لازم برای ورود به آزمون، به‌عنوان دوچرخه‌سواران سالم به شیوه‌ی در دسترس انتخاب شدند. منظور از دوچرخه‌سواران نخبه افرادی هستند که در هنگام اجرای این پژوهش در اردوی تیم ملی حاضر بودند. معیار ورود آزمودنی‌ها به پژوهش، نداشتن سابقهٔ آسیب شدید یا ناهنجاری در اندام تحتانی طی شش ماه گذشته بوده است. این اطلاعات از طریق پرسش‌نامهٔ عمومی و نیز به‌صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد. آزمودنی‌ها پس از اطلاع از روند پژوهش، رضایت خود را مبنی بر شرکت در آزمایش به‌صورت کتبی اعلام کردند. این پژوهش در آزمایشگاه تخصصی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری در تهران انجام شد. در ابتدای کار، آزمودنی‌ها با نحوهٔ اجرا و هدف از این پژوهش آشنا شدند.

مشخصات آنتروپومتریک آزمودنی‌ها به‌وسیلهٔ دستگاه سنجش ترکیب بدنی (مدل inbody 270، ساخت کرهٔ جنوبی) اندازه‌گیری و نتایج ثبت شد (جدول شمارهٔ ۱).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد مشخصات آنتروپومتری آزمودنی‌ها

میانگین وزن (کیلوگرم)	میانگین قد (سانتی‌متر)	میانگین سن (سال)	میانگین توده عضلات اسکلتی (کیلوگرم)	میانگین درصد چربی بدن (درصد)
۶۶/۳۶±۷/۱۳	۱۷۵/۷۵±۴/۷۸	۲۰±۵/۳۹	۳۳/۳۶±۴/۱۰	۱۱/۲۸±۴/۱۰

ثبت اطلاعات آزمون تجزیهٔ گازهای تنفسی (اکسیژن مصرفی) به‌طور مستقیم با استفاده از دستگاه تجزیهٔ گازهای تنفسی (متامکس تری‌بی[1]، ساخت کشور آلمان) انجام شد و از دوچرخهٔ کارسنج (دوچرخهٔ ارگولاین[2]، ساخت کشور آلمان) برای اجرای آزمون استفاده شد. روش تعیین ارتفاع زین بر اساس استفاده از محدودهٔ زاویهٔ فلکشن زانو (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه، هنگامی که پدال در موقعیت ساعت ۶ قرار دارد) بود (شکل شمارهٔ ۱). انتخاب این روش به این دلیل است که طبق پژوهش پولر و گرین (۲۰۱۱) دوچرخه‌سواران در روش تعیین ارتفاع زین با استفاده از زاویهٔ فلکشن زانو قتصادی‌تر از دیگر روش‌ها ا عمل کردند (۹).



شکل ۱- تعیین ارتفاع زین بر اساس زاویه زانو

در ابتدای هر روز، دستگاه گاز آنالایزر به‌صورت کامل کالیبره می‌شد که شامل کالیبره کردن حجم توسط سرنگ سه لیتری، کنترل فشار هوا و کالیبره کردن الکترود گازهای اکسیژن و دی‌اکسید کربن با دو هوای محیط و مخلوطی از گازهای کالیبره بود که با دقت زیادی ترکیب شده‌اند (۱۴/۹۳ درصد

1. Metamax 3B
2. Ergometrics er800S

اکسیژن و ۵/۹۷ درصد دی‌اکسید کربن، دقت ۱/۵± درصد). قبل از اجرای هر آزمون کالیبره کردن دونقطه‌ای گازها به‌صورت خودکار انجام می‌شد (۱۴). آزمون از سه مرحله تشکیل شده بود که شامل رکاب زدن در سه حالت متفاوت ارتفاع زین بود. برای کاهش اثر تمرین بر نتایج آزمون، ارتفاع زین به‌صورت تصادفی برای هر آزمودنی تعیین می‌شد. آزمودنی‌ها روی دوچرخهٔ کارسنج می‌نشستند و بعد از اندازه‌گیری ارتفاع زین موردنظر توسط گونیامتر، ماسک دستگاه گاز آنالایزر روی صورتشان گذاشته می‌شد. دوچرخه‌سواران به مدت پنج دقیقه با شدت ۱۰۰ وات گرم می‌کردند و در ادامه، در هر یک از توان‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ وات به مدت ۹۰ ثانیه در هر ارتفاع زین به رکاب‌زدن ادامه می‌دادند (شکل شمارهٔ ۲). هم‌زمان با رکاب‌زدن روی دوچرخه کارسنج، میزان اکسیژن مصرفی توسط رایانه و از طریق نرم‌افزار متاسافت[1] ثبت می‌شد.

شکل ۲- روش اجرای آزمون روی دوچرخهٔ کارسنج

هنگام اجرای آزمون، همچنان که توان افزایش می‌یافت، اکسیژن مصرفی نیز قبل از رسیدن به حالت پایدار افزایش پیدا می‌کرد. دوچرخه‌سواران حرفه‌ای ویژگی‌هایی چون توان هوازی بیش از ۶۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم دقیقه و حداکثر توان خروجی بین ۳۸۰ تا ۵۲۵ وات دارند (۱۵،۱۶). به همین

1. Metasoft

دلیل برای بررسی تغییرات اکسیژن مصرفی درمجموع پروتکل به این صورت عمل شد که از مجموع اکسیژن مصرفی، تهویهٔ ریوی و شیب بازده اکسیژن جذبی در ۳۰ ثانیه پایانی هر بار کاری برای مقایسهٔ شاخص‌های اکسیژن مصرفی سه ارتفاع زین استفاده شد. مصرف اکسیژن کمتر برای رسیدن به سرعتی مشخص نشان‌دهندهٔ دوچرخه‌سواری اقتصادی‌تر است. برای محاسبهٔ شیب بازده اکسیژن جذبی OUES از روش بابا و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد (۱۷). در این روش، میانگین اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر دقیقه) روی محور عمودی و تهویهٔ کل (میلی‌لیتر بر دقیقه بر کیلوگرم) در تابع لگاریتم روی محور افقی قرار می‌گیرد. شیب خط معادلهٔ یک‌مجهولی ارتباط دو محور افقی و عمودی، OUES در نظر گرفته می‌شود (معادلهٔ ۱) (۱۸،۱۹).

$$vo2 = a log10\, VE + b$$ معادلهٔ 1

VO2 نشان‌دهندهٔ اکسیژن مصرفی در ۳۰ ثانیه آخر هر بارکاری و VE تهویهٔ کل را نشان می‌دهد. ضریب a در این معادله OUES در نظر گرفته می‌شود، میزان OUES در ۳۰ ثانیهٔ پایانی هر بارکاری برای هر ارتفاع زین محاسبه شد. کلیهٔ داده‌های گاز آنالایزر پس از استخراج با استفاده از نرم‌افزار متلب[1] ۲۰۱۶ تحلیل شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۱۶ استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها از طریق روش شاپیرو-ویلک آزموده شد. پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل واریانس با استفاده از داده‌های تکراری[2] در سطح معناداری ۰/۰۵، با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس[3] نسخهٔ ۲۴ استفاده شد.

یافته‌ها

با مقایسهٔ اکسیژن مصرفی در هر ارتفاع زین اثر تغییرات ارتفاع زین بر مجموع اکسیژن مصرفی و درنتیجه اقتصاد انرژی بررسی شد. داده‌های مربوط به اکسیژن مصرفی، تهویهٔ ریوی و تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی در ۳۰ ثانیه پایانی هر بارکاری به تفکیک ارتفاع زین در جدول شمارهٔ ۲ نشان داده شده است. نتایج آماری نشان داد در دو بارکاری ۱۵۰ و ۲۰۰ وات، مجموع اکسیژن مصرفی ارتفاع زین ۳۰ درجه از ارتفاع ۲۵ درجه کمتر بود (P< ۰/۰۵). تفاوت بین سه ارتفاع زین در هر سه بارکاری در میزان تهویهٔ ریوی ازنظر آماری معنادار نبود (P≥۰/۰۵).

1. MATLAB
2. Repeated Measures
3. IBM SPSS Statistics 24

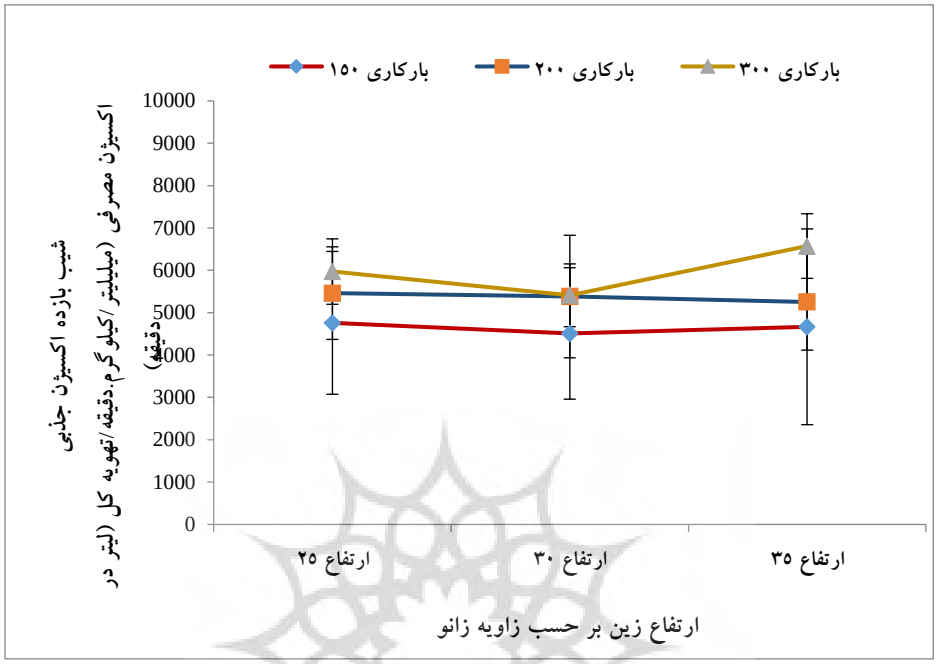
جدول ۲- مقایسهٔمجموع اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/ کیلوگرم. دقیقه)، تهویهٔ ریوی (لیتر بر دقیقه) و میانگین تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی بین سه ارتفاع ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجهٔ فلکشن زانو در سه بار کاری ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ وات

متغیر در ۳۰ ثانیه انتهایی هر بارکاری	ارتفاع زین	بار کاری ۱۵۰ وات (انحراف استاندارد±میانگین)	بار کاری ۲۰۰ وات (انحراف استاندارد±میانگین)	بارکاری ۳۰۰ وات (انحراف استاندارد±میانگین)
مجموع اکسیژن مصرفی	۲۵ درجه	۷۵۰/۸۲±۱۰۲/۷۲	۹۰۷/۴۹±۱۰۷/۹۶	۱۱۲۷/۴۰±۱۲۰/۲۲
	۳۰ درجه	۷۱۴/۷۹± ۱۰۵/۰۷*	۸۷۷/۳۳±۹۶/۸۸ *	۱۰۶۳/۳۲±۱۸۳/۴۰
	۳۵ درجه	۷۳۵/۸۲±۱۰۶/۳۵	۸۹۹/۸۷±۱۱۷/۰۴	۱۱۲۹/۵۳±۱۰۹/۹۸
میانگین تهویهٔ ریوی	۲۵ درجه	۶۳/۴۴±۱۲/۲۷	۸۲/۱۸±۱۲/۵۰	۱۱۶/۰۲±۱۹/۱۷
	۳۰ درجه	۶۰/۲۳±۷/۵۱	۷۶/۸۳±۹/۹۸	۱۰۷/۶۸±۲۱/۱۳
	۳۵ درجه	۶۱/۵۳±۱۰/۷۸	۸۰/۲۱±۱۱/۱۰	۱۱۵/۱۵±۲۰/۰۶
میانگین تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی	۲۵ درجه	۴۷۵۹/۵۵±۷۷۲/۰۱	۵۴۶۱/۶۱±۱۰۹۳/۰۲	۵۹۷۰۱۶۸۶/۴۸
	۳۰ درجه	۴۵۰۹/۵۵±۷۴۱/۲۱	۵۳۸۱/۴۹±۱۴۴۷/۶۱	۵۴۱۰/۱۹±۱۵۵۱/۶۱
	۳۵ درجه	۴۶۶۶/۱۰±۷۶۳/۵۱	۵۲۵۱/۹۵±۱۱۳۵/۲۳	۶۵۷۳/۱۷±۲۳۱۱/۸۷

* $P<0.05$ در مقایسه با ۲۵ درجه

میانگین تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی (OUES) در ارتفاع‌های متفاوت زین در نمودار شمارهٔ ۱ نشان داده شده است. نتایج آماری نشان داد تغییر ارتفاع زین بر میانگین تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی به‌عنوان شاخص اقتصاد انرژی اثر ندارد ($P \geq ۰/۰۵$) (نمودار شمارهٔ ۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱- میانگین تغییرات شاخص شیب بازده اکسیژن جذبی در ارتفاع‌های زین متفاوت حین چرخهٔ رکاب‌زنی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد در مقایسهٔ کلی سه ارتفاع ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه فلکشن زانو ارتفاع ۳۰ درجه ازنظر میانگین اکسیژن مصرفی کمترین مقدار را داراست. پژوهشی یافت نشد که مشابه یا پژوهش حاضر باشد یا با استفاده از زاویهٔ زانو به بررسی ارتفاع مناسب بر اساس اکسیژن مصرفی پرداخته باشد. شنون و همکاران (۱۹۷۶) نشان دادند زمانی که میزان ارتفاع زین بر اساس فاصلهٔ عانه تا زمین محاسبه می‌شود، فواصل میانی (۱۰۳ و ۱۰۴ درصد) در مقایسه با فواصل کمتر (۱۰۰ درصد) و بیشتر (۱۱۲ درصد) میزان اکسیژن مصرفی حین رکاب‌زنی کمتر است که با نتیجهٔ پژوهش حاضر هم‌سوست (۱۲). افزایش اکسیژن مصرفی در دو ارتفاع زین پایین و بالا بر اساس زاویهٔ زانو، ممکن است به نوسانات بیشتر بدن و اندام تحتانی برای کنترل حرکت مرتبط باشد که نیاز به مصرف اکسیژن را افزایش می‌دهد (۲۰). در تأیید نتایج پژوهش حاضر، نشان داده شده است که دوچرخه‌سواران هنگام رکاب‌زنی در ارتفاع‌های پایین‌تر نسبت به وضعیت مطلوب، درک سختی و ناراحتی بیشتر حین تمرین داشتند که می‌تواند به افزایش اکسیژن مصرفی منجر شود (۲۱). از سوی دیگر، بین میزان تهویهٔ ریوی در سه ارتفاع زین، تفاوت آماری معناداری مشاهده نشد که از این لحاظ نتایج پژوهش حاضر با

یافته‌های پژوهش‌های پیشین که عدم ارتباط بین بازده ریوی و میزان اکسیژن مصرفی را در افراد نخبهٔ‌ورزشی نشان دادند، هم‌سوست (۲۲). اینکه میزان تهویهٔ ریوی هم در ارتفاع زین ۳۰ درجه کمتر از دو ارتفاع دیگر بود و تفاوت معنادار آماری در این خصوص مشاهده نشد می‌تواند مربوط به قرار گرفتن در وضعیت پایدار تمرینی باشد.

بر اساس اطلاعات ذکرشده، ارتفاع ۳۰ درجه ازنظر اکسیژن مصرفی بهینه‌ترین حالت است. هرچه دوچرخه‌سوار اقتصادی‌تر باشد، حین تمرین یا مسابقه عملکردی بهتر خواهد داشت. بسیاری از مسابقات بیشتر از چهار ساعت طول می‌کشند. ازآنجاکه دوچرخه‌سواری ورزشی استقامتی است، اقتصاد انرژی ممکن است بر ذخایر انرژی و نتایج عملکرد فرد تأثیر (۱۰). کاهش اکسیژن مصرفی، اقتصاد انرژی را بهبود می‌بخشد. درحالی‌که افزایش اکسیژن مصرفی نشان‌دهندهٔ اقتصاد انرژی ضعیف‌تر و درنتیجه هزینهٔ انرژی بیشتر است (۹،۱۰). از دیدگاه عملکردی در پژوهش پولر و همکاران[1] (۲۰۰۵) بیان شد که ازنظر بیومکانیکی منطقی است که ارتفاع زین بهینه‌ای برای دوچرخه‌سواران وجود داشته باشد تا عملکرد را به حداکثر و آسیب را به حداقل برساند (۵)؛ بنابراین در بارهای کاری سنگین ارتفاع زین ۳۰ درجه اقتصادی‌تر است و ورزشکاران در این ارتفاع کاراتر عمل کرده‌اند. در تأیید این ادعا نتایج پژوهش حاضر نشان داد در هر سه بارکاری میزان تغییرات شیب بازده اکسیژن جذبی در ارتفاع ۳۰ درجه کمتر از ارتفاع ۲۵ و ۳۵ درجه بود. در پژوهش‌های پولر (۲۰۰۸) و پولر و گرین (۲۰۱۱) اثر ارتفاع زین را بر اقتصاد انرژی، توان بی‌هوازی و عملکرد دوچرخه‌سواران بررسی و مشخص شد دوچرخه‌سواران در ارتفاع زین ۲۵ درجه از ارتفاع زین ۳۵ درجه فلکشن زانو اقتصادی‌تر عمل کردند؛ زیرا اکسیژن مصرفی در این حالت به‌طور قابل‌توجهی کمتر بود و درنتیجه استفاده از این زاویه برای تعیین ارتفاع زین برای عملکرد بهینه و پیشگیری از آسیب توصیه می‌شود (۹،۱۰). تفاوت یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین در ارتفاع‌های انتخابی برای رکاب‌زنی است. در پژوهش‌های گذشته زاویهٔ ۲۵ و ۳۵ درجه فلکشن زانو برای تعیین ارتفاع زین انتخاب شده ولی در پژوهش حاضر با دیدی دقیق‌تر ارتفاع ۲۵ و ۳۰ و ۳۵ درجه فلکشن زانو انتخاب شده است.

در این پژوهش به دلیل استفاده از پروتکل پله‌ای سعی شده است با مطالعه تغییرات OUES در کنار تغییرات اکسیژن مصرفی، که در پژوهش‌های پیشین (۹،۱۰) به‌منظور اظهار نظر در باب اقتصاد دوچرخه‌سواری استفاده شده است، شیوه‌ای جدید برای بررسی اقتصاد دوچرخه‌سواری ارائه شود و همچنین اثر ارتفاع‌های زین متفاوت بر اقتصاد دوچرخه‌سواری بررسی شود. نتایج نشان داد در میانگین

1. Peveler

اکسیژن مصرفی اختلافی معنادار وجود دارد، درحالی‌که در تغییرات OUES اختلاف معناداری وجود نداشت؛ ازاین‌رو احتمال می‌رود شاخص OUES پیش‌بینی‌کنندهٔ مناسبی برای تعیین اقتصاد دوچرخه‌سواری حین تغییرات ارتفاع زین نباشد. در پژوهش براون و همکاران (۲۰۱۳)، که بازده تهویه را در دوچرخه‌سواران نخبه بررسی کردند، مشخص شد شیب بازده اکسیژن جذبی با تمرینات بدنی و تمرینات عضلات تنفسی افزایش می‌یابد (۲۲). در این پژوهش پیشنهاد شده است OUES هنگام محاسبهٔ داده‌های مربوط به تمرینات پرشدت قابل‌اطمینان‌تر است. هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر، نتایج پژوهش براون و همکاران (۲۰۱۳) و شریدان و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داد با وجود استفادهٔ گسترده از شیب OUES در مطالعات پیشین برای ارزیابی تحمل ورزش در گروه‌های بالینی، ممکن است این شاخص برای مطالعه عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای محدود باشد و در فعالیت‌های ورزشی پرشدت عملکرد مناسب‌تری داشته باشد (۲۲،۲۳).

پیام مقاله

میزان ارتفاع زین مطابق با ۳۰ درجه فلکشن زانو توانست میانگین اکسیژن مصرفی را در مقایسه با دو ارتفاع ۲۵ و ۳۵ درجه کاهش دهد. در حالی که شیب بازده اکسیژن جذبی به‌عنوان شاخص مصرف انرژی در اثر تغییر در ارتفاع زین تغییر معنادار نشان نداد. با مقایسهٔ یافته‌های پژوهش‌های گذشته، می‌توان پیشنهاد کرد که تعیین ارتفاع مناسب زین بر اساس روش‌های طول تروکانتر، ارتفاع عانه و همچنین زاویه زانو ممکن است بر اکسیژن مصرفی دوچرخه‌سواران تأثیر بگذارد. هنگام استفاده از شاخص شیب بازده اکسیژن جذبی برای دوچرخه‌سواران نخبه به‌عنوان شاخص اقتصاد انرژی باید احتیاط شود. این یافته‌ها می‌تواند در بهبود عملکرد دوچرخه‌سواران استقامتی مسافت‌های طولانی‌مدت حائز اهمیت باشد.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌ها و مسئولان محترم پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی که ما را در روند جمع‌آوری داده‌ها یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌کنیم.

منابع

1. Verma R, Hansen EA, de Zee M, Madeleine P. Effect of seat positions on discomfort, muscle activation, pressure distribution and pedal force during cycling. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2016 Apr 1; 27:78-86.
2. Holliday W, Swart J. Anthropometrics, flexibility and training history as determinants for bicycle configuration. Sports Medicine and Health Science. 2021 Mar 4.

3. Lucía A, Hoyos J, Pardo J, Chicharro JL. Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study. The Japanese journal of physiology. 2000;50(3):381-388.
4. Bini RR, Carpes FP, editors. Biomechanics of cycling. Basel, Switzerland: Springer; 2014 Apr 30.
5. Peveler W, Bishop P, Smith J, Richardson M, Whitehorn E. Comparing methods for setting saddle height in trained cyclists. Journal of Exercise Physiology Online. 2005 Feb 1;8(1).
6. Price D, Donne B. Effect of variation in seat tube angle at different seat heights on submaximal cycling performance in man. Journal of sports sciences. 1997 Jan 1;15(4):395-402.
7. Tamborindeguy AC, Bini RR. Does saddle height affect patellofemoral and tibiofemoral forces during bicycling for rehabilitation?. Journal of bodywork and movement therapies. 2011 Apr 1;15(2):186-191.
8. Bini R, Hume PA, Croft JL. Effects of bicycle saddle height on knee injury risk and cycling performance. Sports medicine. 2011 Jun;41(6):463-476.
9. Peveler WW, Green JM. Effects of saddle height on economy and anaerobic power in well-trained cyclists. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011 Mar 1;25(3):629-633.
10. Peveler WW. Effects of saddle height on economy in cycling. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008 Jul 1;22(4):1355-1359.
11. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JD. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. Medicine and science in sports and exercise. 1992 Jul 1;24(7):782-788.
12. Shennum PL. The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work. Medicine and science in sports. 1976 Jan 1;8(2):119-121.
13. Nordeen-Snyder KS. The effect of bicycle seat height variation upon oxygen consumption and lower limb kinematics. Medicine and science in sports. 1977 Jan 1;9(2):113-117.
14. Pedersen AV, Stokke R, Mamen A. Effects of extra load position on energy expenditure in treadmill running. European journal of applied physiology. 2007 Dec;102(1):27-31.
15. Mujika I, Padilla S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. Sports medicine. 2001 Jun;31(7):479-487.
16. Moseley L, Achten J, Martin JC, Jeukendrup AE. No differences in cycling efficiency between world-class and recreational cyclists. International journal of sports medicine. 2004 Jul;25(05):374-379.
17. Baba R, Tsuyuki K, Yano H, Ninomiya K, Ebine K. Robustness of the oxygen uptake efficiency slope to exercise intensity in patients with coronary artery disease. Nagoya J Med Sci. 2010 Feb 1;72(1-2):83-89.
18. Hollenberg M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. Journal of the American College of Cardiology. 2000 Jul;36(1):194-201.

19. Mollard P, Woorons X, Antoine-Jonville S, Jutand L, Richalet JP, Favret F, Pichon A. 'Oxygen uptake efficiency slope'in trained and untrained subjects exposed to hypoxia. Respiratory physiology & neurobiology. 2008 Apr 30;161(2):167-173.
20. Chen YL, Huang HW, Chen PH, Lee YM, Lee HJ. Physiological and electromyographic responses at three levels of bicycle seat height. InISBS-Conference Proceedings Archive 2011.
21. Kruschewsky AB, Dellagrana RA, Rossato M, Ribeiro LF, Lazzari CD, Diefenthaeler F. Saddle height and cadence effects on the physiological, perceptual, and affective responses of recreational cyclists. Perceptual and motor skills. 2018 Oct;125(5):923-938.
22. Brown SJ, Raman A, Schlader Z, Stannard SR. Ventilatory efficiency in juvenile elite cyclists. Journal of science and medicine in sport. 2013 May 1;16(3):266-70.
23. Sheridan S, McCarren A, Gray C, Murphy RP, Harrison M, Wong SH, Moyna NM. Maximal oxygen consumption and oxygen uptake efficiency in adolescent males. Journal of Exercise Science & Fitness. 2021 Apr 1;19(2):75-80.

ارجاع‌دهی

شکاری شقایق، اسلامی منصور، سالاری‌اسکر فاطمه، شریف‌نژاد علی. تاثیر سه ارتفاع متفاوت زین بر اکسیژن مصرفی و اقتصاد انرژی دوچرخه‌سواران نخبهٔ ملی ایران. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۴۰۰؛ ۱۳(۳۰)، ۳۴-۱۱۹. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.10766.1520

Shekari Sh, Eslami M, Salari Eskar F, Sharifnezhad A. Effects of Three Saddle Heights on Oxygen Consumption and Energy Economy of Iranian National Elite Cyclists. Sport Medicine Studies. Fall & Winter 2022; 13 (30): 119-34. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.10766.1520

پرتال جامع علوم انسانی