

---

# تأثیر مکمل دهی تیامین پیرو فسفات بر توان هوازی، تجمع لاکتات و حداکثر ضربان قلب طی فعالیت بیشینه در دختران فوتبالیست

---

پوران رستمی، دکتر مسعود معینی شبستری<sup>۲</sup>

ص.ص: ۱۳۷-۱۲۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۸

تاریخ تصویب: ۹۵/۹/۲۹

## چکیده

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیرو فسفات بر توان هوازی، تجمع لاکتات، ضربان قلب در حالت واماندگی و زمان رسیدن به واماندگی در دختران فوتبالیست بود. پژوهش به صورت کارآزمایی بالینی دوسو کور و متقاطع انجام شد. جامعه آماری این پژوهش شامل دختران جوان فوتبالیست شهرستان ساوه بودند که به طور منظم در فعالیت های ورزشی و تمرین ها شرکت داشتند. از میان آنها ۲۴ نفر ( میانگین وزن  $60/1 \pm 3/54$  کیلوگرم، میانگین سن  $18/3 \pm 1/2$  سال و قد  $169/43 \pm 4/8$  سانتیمتر) به طور تصادفی به عنوان نمونه برای شرکت در اجرای این طرح برگزیده شدند و در دو گروه مکمل و دارونما قرار گرفتند و مدت یک هفته مکمل تیامین و دارونما را مصرف کردند. برای اندازه گیری اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی ها و نیز اجرای یک فعالیت بدنی تا رسیدن به واماندگی از آزمون بروس (روی نوارگردان) استفاده شد. بدین صورت که روزانه در دو نوبت (ساعت ۸ صبح و ۴ بعدازظهر) به میزان ۱۰۰ میلی گرم در هر نوبت مکمل یا دارونما دریافت کردند برای بررسی تغییرات و تحلیل داده ها، آزمون آنالیز واریانس یکطرفه با اندازه گیری تکراری (repeated measurement) مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ نظر گرفته شد. نتایج افزایش معنی داری در میزان اکسیژن مصرفی بیشینه ( $47/65 \pm 2/3$  مکمل،  $41/54 \pm 1/35$  دارونما)، زمان رسیدن تا واماندگی و ضربان قلب بیشینه در حالت واماندگی تا پایان فعالیت در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما نشان داد. همچنین اختلاف معنی داری در کاهش تجمع لاکتات در گروه مکمل نسبت به دارونما مشهود بود. با توجه به اثرگذاری تیامین پیروفسفات در ابتدای چرخه کربس که در تولید انرژی از طریق هوازی عمل می کند، می توان افزایش متغیرهای مربوط به سیستم هوازی را به آن مرتبط دانست.

**واژه های کلیدی:** تیامین پیروفسفات، اکسیژن مصرفی بیشینه، لاکتات، توان هوازی، فعالیت بیشینه، دختران فوتبالیست.

---

۱. دانش آموخته ارشد رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲. دانشیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

Email: msdmoeini@yahoo.com

---

با توجه به پیشرفت های اخیر در حوزه علوم ورزشی برای بالابردن سطوح عملکرد ورزشکاران از شاخص های متفاوتی استفاده می شود. آستانه لاکتات یکی از شاخص های معتبر مورد استفاده در فعالیت های شدید و کوتاه مدت است و میزان لاکتات خون را باید یک عامل بسیار مهم در تمرین ها و مسابقه های ورزشی دانست. (1) اکسیژن مصرفی بیشینه، یکی از شاخص های معتبر مورد استفاده در فعالیت های طولانی مدت و هوازی است. با افزایش شدت فعالیت، اکسیژن مصرفی بیشینه تا حدودی افزایش و سپس با افزایش بیشتر شدت فعالیت، اکسیژن مصرفی بیشینه کاهش می یابد و بدن برای تامین انرژی از گلیکولیز بی هوازی استفاده می کند که پیامد آن انباشت لاکتات و ورود ورزشکار به روند بی هوازی است (بوروس و همکاران، ۲۰۰۰). اصولاً مربیان برای بالابردن آستانه لاکتات و تحمل بیشتر در برابر خستگی از مکمل ها یا روش های تمرینی خاص استفاده می کنند. یکی از مکمل های مورد استفاده تیامین است (مورین، ۲۰۰۴).

از آن جایی که تیامین محلول در آب است، نمی تواند در بدن ذخیره شود و باید به طور منظم پیاپی به مصرف برسد تا بدن از کمبود آن آسیب نبیند. تیامین در قسمت پروکسیمال روده کوچک با دو مکانیسم و ساخت و کار جذب می شود.

در مقادیر پایین از طریق انتقال فعال و در دُزهای بالا از طریق انشار غیر فعال جذب می شود. جذب فعال آن در قسمت ایلئوم بیشتر است. از آن جایی که این ویتامین به PH قلیایی حساسیت دارد، در صورتی که به تنهایی و با معده خالی مصرف شود، جذب آن کمتر است؛ ضمن اینکه مصرف الکل باعث مهار انتقال فعال تیامین و جذب آن می شود. تیامین برای عملکرد سالم تمام سلول های بدن بویژه سلول های عصبی ضروری است. و برای سوخت و ساخت پروتئین ها و کربوهیدرات ها نقش بسیار مهمی را بازی می کند؛ بویژه سوخت و ساخت اسیدهای آمینه زنجیره ای شاخه دار (دوجا و همکاران، ۲۰۰۱ و ریندی، ۱۹۹۱).

همچنین، به عنوان یک کوفاکتور در سوخت و ساخت سوبستراها؛ بویژه پیروات دهید روژناز، ترانس کتولاز،  $\alpha$  - کتوگلوکوتارات دهیدروژناز به منظور تولید آدنوزین تری فسفات (ATP) عمل می کند. ویتامین B1 به عنوان کوآنزیم برای فعالیت آنزیم های مسوول دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو در گلیکولیز چرخه کریس و سوخت و ساخت و اسیدهای آمینه ضروری است (هیچکسون و همکاران، ۱۹۸۶).

همان طور که گفتیم تیامین برای عملکرد صحیح اندام ها و فعال کردن آنزیم های لازم به منظور سوختن قندها در بدن ضروری است. همچنین در ادامه عملکرد چرخه کریس نقش بسیار اساسی دارد. نقش مهم دیگر آن در اعصاب است. تیامین در عملکرد عصبی، انتقال و هدایت، ضروری است (گیلانند و همکاران، ۱۹۸۶).

اهمیت تیامین در تغذیه ورزشی به اهمیت آن در سوخت و ساخت انرژی مربوط می شود. به علاوه کمبود تیامین ممکن است افرادی همچون ورزشکاران را که نیازهای پروتینی و کربوهیدراتی بالایی با مشکلات سلامتی مواجه سازند، براساس برخی گزارش ها، این احتمال وجود دارد که برخی از ورزشکاران حداقل به صورت جزئی از کمبود تیامین رنج ببرند. این کمبود جزئی ممکن است از افزایش های ناشی از ورزش در کاتابولیسم آمینواسیدهای وابسته به تیامین ناشی شود (هندرسون، ۱۹۸۵).

Manuel و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه ای دو سوکور و متقاطع<sup>(۸)</sup> تاثیر TPP را بر ۲۹ دانشجوی مرد سالم بررسی کردند. آزمودنی ها طی دو مرحله در مطالعه شرکت جستند. در مرحله نخست، گروه نخست دارو نما و گروه دوم TPP را مصرف کردند. ۲۴ ساعت پس از مصرف، آزمودنی ها فعالیت تمرینی با پروتکل اصلاح شده Pugh<sup>(۹)</sup> را انجام دادند، که به صورت دویدن بر روی تردمیل با شیب یک درصد و سرعت ۱۰ km/h به مدت ۱۰ دقیقه بود. در مرحله دوم، آزمودنی هایی که دارو نما مصرف کرده بودند TPP گرفتند و برعکس، سپس پروتکل تمرینی مشابه با مرحله نخست انجام شد. سطوح لاکتات خون را به هنگام استراحت و پس از ده دقیقه دویدن روی تردمیل با سرعت ۱۰ km/h به دنبال

مصرف دارو نما یا TPP مقایسه کردند. نتایج نشان داد که هیچ تغییری در سطوح اولیه لاکتات در میان آزمایش ها دیده نشد. در حالی که سطوح لاکتات خون آزمودنی هایی که TPP دریافت کرده بودند پس از فعالیت در مقایسه با زمان مصرف دارونما، با کاهش همراه بود.

HERNANDEZ و همکاران (۲۰۰۸) در یک مطالعه دوسوکور و متقاطع اثر تزریق وریدی مکمل TPP را بر روی ۲۷ مرد (که فعالیت هوازی انجام می دادند) مورد بررسی قرار دادند. هریک از آزمودنی ها یک محلول دارونما را یا دُزی از TPP طی دو مرحله با فاصله زمانی ۳۰ روز بین دو مرحله به صورت تزریق وریدی دریافت کردند. در مرحله نخست، گروه اول دارونما و گروه دوم TPP را مصرف کرده و پس از ۲۴ ساعت، آزمودنی ها فعالیت بدنی را انجام دادند. با استفاده از پروتکل اصلاح شده pugh و دویدن بر روی تردمیل با شیب یک درصد و سرعت اولیه ۴ km/h آغاز شد که به مدت ۳ دقیقه و افزایش ۲ km/h سرعت در هر مرحله تا انتها که سرعت به ۱۶ km/h رسید، دویدن ادامه داشت. ۳۰ روز بعد در مرحله دوم، گروهی که دارونما مصرف کرده بودند، TPP دریافت کردند و برعکس. سپس پروتکل تمرینی مشابه با مرحله نخست انجام شد. نتایج نشان داد که پس از فعالیت، سطوح لاکتات خون و HR<sup>(۱۰)</sup> بعد از دریافت وریدی TPP پایین تر از مقادیر آن در گروه دارونما بود، اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمودنی ها با دریافت TPP نیز بالاتر از مقادیر آن در گروه دارونما ثبت شد.

آرتایز (Ortiz) و همکاران (۲۰۱۰) اثر مکمل دهی خوراکی تیامین را در یک کارآزمایی بالینی دوسوکور و تصادفی بر روی ۲۴ بیمار دیابت نوع 2 بررسی کردند. ۱۲ آزمودنی به مدت یک ماه، روزانه و در حالت ناشتا با مصرف ۱۵۰ mg تیامین خوراکی و ۱۲ آزمودنی دیگر به عنوان گروه کنترل در همان زمان مشابه، روزانه در حالت ناشتا با مصرف دارونما آزمایش را انجام دادند. از تمام آزمودنی ها خواستند ۳ روز پیش از آزمایش، روزانه غذاهایی با کالری یکسان (> ۲۵۰ گرم کربوهیدرات) مصرف کنند. آزمون ها ساعت ۸

صبح پس از ۱۰-۱۲ ساعت استراحت انجام شدند. نتایج نشان داد که در آزمودنی ها مصرف باعث شد ، غلظت لپتین و گلولزخون را کاهش یابد.

با توجه به اینکه تا به حال تاثیر مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیروفسفات به طور همزمان بر توان هوازی و بی هوازی بررسی نشده و از آنجایی که تیامین پیروفسفات به عنوان کوآنزیم در مسیر ابتدایی چرخه کربس درگیر است و با این احتمال که ذخایر تیامین پیروفسفات حین فعالیت کاهش می یابد؛ لذا ضروری به نظر می رسد که مکمل دهی این ویتامین را به صورت کوتاه مدت (یک هفته ای) بر شاخص های توان هوازی، تجمع لاکتات و بیشترین ضربان قلب در پی یک فعالیت بیشینه مورد بررسی قرار دهند.

### روش شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش شامل دختران جوان فوتبالیست شهرستان ساوه بود که به طور منظم در فعالیت های ورزشی و تمرین ها شرکت داشتند. از میان آنها ۲۴ نفر انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه مکمل و دارونما به عنوان نمونه برای شرکت در اجرای این طرح قرار گرفتند.

جدول ۱. مشخصات عمومی آزمودنی ها

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد میانگین
وزن (کیلوگرم)	۶۰/۱	۳/۵۴
قد (سانتیمتر)	۱۶۹/۴۳	۴/۸
سن (سال)	۱۸/۳	۱/۲

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است و در این پژوهش تمام آزمودنی ها تحت تاثیر هر دو متغیر مستقل قرار گرفتند. پژوهشگر با استفاده از طرح متقاطع دو سو کور پروتکل پژوهش را اجرا و داده های مورد نیاز را جمع آوری کرد.

ابتدا آزمودنی ها پس از کامل کردن پرسشنامه اطلاعات عمومی و سلامتی محقق ساخته، رضایت نامه کتبی را نیز (مبنی بر حضور در این پژوهش) امضاء کردند. سپس پژوهشگر در مورد خصوص مراحل مختلف اجرای پژوهش و چگونگی اجرای آن به آزمودنی ها توضیحاتی را ارائه داد. پیش از آغاز اجرای آزمون از آزمودنی ها خواستند که از مصرف قهوه، مواد لبنی و تمرین های شدید (دستکم ۱۲ ساعت پیش از اجرای آزمون بپرهیزد و برای انجام دادن آزمون، در شرایط عادی باشند؛ علت مصرف نکردن قهوه و مواد لبنی تاثیرشان بر استفاده از درشت مغذی ها به عنوان سوخت جهت تولید انرژی حین تمرین و استراحت و اثر متقابل آنها با تیامین پیروفسفات حین واکنش های بیوشیمیایی) است. آزمودنی ها دستکم ۸ ساعت پیش از اجرای آزمون در حالت ناشتا بودند. به دلیل متقاطع بودن طرح پژوهش، رکورد آنها در مرحله نخست اعلام شد تا در پی بهبود آن در مرحله دوم نباشند. آزمون ها به فاصله ۷ روز از یکدیگر انجام شد.

آزمودنی ها در صبح روز آزمون، پس از رسیدن به محل آزمون پس از ۱۵ دقیقه استراحت تحت سنجش متغیرهای پیکر سنجی و آنتروپومتریک قرار گرفتند و داده های مربوط به قد، وزن و شاخص توده بدنی آنان اندازه گیری شد. سپس تقسیم آنها به طور تصادفی به دو گروه مکمل و دارونما انجام گرفت.

پس از اجرای آزمون نخست و دوره ۷ روزه مکمل دهی، دوره شست و شوی ۱۰ روزه اعمال شد. سپس آزمودنی هایی که در روز نخست مکمل تیامین گرفته بودند، دارونما را مصرف کردند و گروه مقابل به جای دارونما، مکمل تیامین را مصرف کردند. بدین ترتیب و با این روش، تمام آزمودنی ها مکمل تیامین و دارونما را مصرف کردند. بقیه مراحل

اجرای آزمون دقیقاً مشابه آزمون نخستین بود و پژوهشگر داده های مورد نیاز مرحله دوم را نیز جمع آوری کرد.

پس از استخراج داده ها از آزمودنی ها، آمار توصیفی را برای تعیین شاخص های میانگین و انحراف معیار مورد استفاده قرار دادند. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، طبیعی (نرمال) بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی تغییرات و تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه گیری تکراری استفاده شد. به منظور تعیین محل اختلاف آزمون تعقیبی LSD مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ منظور شد.

آزمودنی های مورد مطالعه پیش از قرار گرفتن در گروه های مکمل و دارونما آزمون های بروس را برای ارزیابی اولیه متغیرهای مورد مطالعه دو روز پیش از آغاز دوره مکمل دهی انجام دادند. دستگاه لاکتومتر میزان لاکتات خون آزمودنی ها را پیش از اجرای آزمون و بلافاصله پس از پایان آزمون بروس اندازه گیری و ثبت کرد. استفاده از لاکتومتر بدین ترتیب بود که ابتدا نوک انگشت سبابه آزمودنی ها با الکل ضدعفونی می شد. الکل را با پنبه پاک می کردیم تا نوک انگشت مرطوب نباشد. سپس با استفاده از تستر لاکتومتر نوک انگشت سبابه را با لنست مخصوص خراش داده و پس از پاک کردن دو قطره خون اولیه خارج شده را، میزان لاکتات قطره خون بعدی را با استریپ ویژه لاکتومتر کردیم. زمانی را که آزمودنی دیگر نتوانست آزمون را ادامه دهد، زمان رسیدن به واماندگی می نامند.

آزمودنی ها پس از قرار گرفتن در گروه مکمل و دارونما به مدت یک هفته مکمل تیامین و دارونما را مصرف کردند. بدین صورت که روزانه در دو نوبت (ساعت ۸ صبح و ۴ عصر) به میزان ۱۰۰ میلی گرم در هر نوبت مکمل یا دارونما دریافت کردند.

## یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر متغیرهای توان هوازی، تجمع لاکتات، بیشترین ضربان قلب در حالت واماندگی و زمان پیموده شده تا واماندگی متعاقب فعالیت بیشینه بروس مورد اندازه گیری قرار گرفت. پس از اجرای آزمون ها و انجام دادن محاسبات آماری نتایج زیر بدست آمد.

بر اساس نتایج حاصله از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری به عمل آمده، مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیروفسفات باعث افزایش معنی دار ( $2/3 \pm 47/65$ ) بیشترین اکسیژن مصرفی نسبت به گروه دارونما ( $1/35 \pm 41/54$ ) شد.

بر اساس نتایج حاصله از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری به عمل آمده، مکمل دهی تیامین پیروفسفات ( $1/5 \pm 8/2$ ) تاثیر معنی داری بر کاهش تجمع لاکتات در مقایسه با گروه دارونما ( $0/5 \pm 10/2$ ) داشت.

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری بعمل آمده، تاثیر مکمل دهی تیامین پیروفسفات ( $3/2 \pm 185/1$ ) برای افزایش ضربان قلب در حالت واماندگی در مقایسه با گروه دارونما ( $1/1 \pm 176/1$ ) معنادار بود.

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری به عمل آمده، مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیروفسفات ( $1/60 \pm 16/40$ ) تاثیر معنی داری بر زمان رسیدن تا واماندگی در مقایسه با گروه دارونما ( $1/7 \pm 14/2$ ) داشت.

آماره های توصیفی مربوط به متغیرهای وابسته پژوهش در گروه های گوناگون در جدول زیر ارائه شده است.



دارونما (M±SD)	مکمل (M±SD)	گروه متغیر
۴۱/۵۴± ۱/۳۵	۴۷/۶۵± ۲/۳	توان هوازی (ml/kg/min)
۱۰/۲± ۰/۵	۸/۲± ۱/۵	تجمع لاکتات
۱۷۶/۱± ۱/۱	۱۸۵/۱± ۳/۲	ضربان قلب بیشینه در حالت واماندگی
۱۴/۲± ۱/۷	۱۶/۴۰± ۱/۶۰	زمان رسیدن تا واماندگی

### بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر متغیرهای توان هوازی، تجمع لاکتات، بیشترین ضربان قلب در حالت واماندگی و زمان پیموده شده تا واماندگی متعاقب فعالیت بیشینه بروس مورد اندازه گیری قرار گرفت. پس از اجرای آزمون ها و انجام دادن محاسبات آماری نتایج زیر به دست آمد:

نتایج مربوط به توان هوازی، نشان داد که مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیروفسفات باعث افزایش معنی دار (۴۷/۶۵± ۲/۳) حداکثر اکسیژن مصرفی نسبت به گروه دارونما (۴۱/۵۴± ۱/۳۵) شده است.

نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات هرناندز (۲۰۰۸) و فوگل و همکاران (۱۹۹۲) به دلیل هم سطح بودن آمادگی آزمودنی ها با آزمودنی های این پژوهش همسو و موافق بود.

توانایی یک عضله برای استخراج اکسیژن از خون شریانی یک فاکتور اساسی در ظرفیت های کلی از یک اندم نسبت به مصرف اکسیژن است. این فرایند شامل افزایش تراکم مویرگ ها، غالب بودن فیبرهای عضلانی نوع I یا فیبرهای عضلانی نوع II، توده میتوکندری و چند کمپلکس آنزیمی است. در دسترس بودن بیشتر تیامین پیروفسفات، در مطالعه حاضر، فعالیت کمپلکس چند آنزیمی را افزایش می دهد که می تواند منجر به

تجزیه بیشتر پیروات، افزایش فعالیت هوازی مسیرهای سوخت و ساز سلولی چرخه کربس و در نتیجه افزایش مصرف اکسیژن شود.

چرخه کربس مواد مغزی انرژی دار را در سرتاسر زنجیره ای از واکنش های چرخه ای استخراج می کند. تیامین پیروفسفات کوآنزیم اصلی برای  $\alpha$  - کتواسید دهیدروژنازها است، که دو واکنش CAC<sup>۳</sup> را کاتالیز می کند: دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو پیروات به استیل کوآ و دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو  $\alpha$  - کتوگلوترات به سوکسینیل کوآ. این واکنش ها منجر به کاهش دی نوکلئوتید آدنین نیکوتینامید (NAD<sup>+</sup>) به NADH و آزاد شدن یک مولکول CO<sub>2</sub> می شوند. تیامین پیروفسفات همچنین کوفاکتور کمپلکس پیروات دهیدروژناز است. پیروات دهیدروژناز دکربوکسیلاسیون اکسید اکتیو پیروات را کاتالیز می کند. سایر اجزای کمپلکس آنزیم تبدیل پیروات به استیل کوآ را کامل می کنند. دیگر واکنش هایی که نیازمند TPP هستند، شامل  $\alpha$  - کتوگلوترات و اسیدهای آمینه شاخه دار ( $\alpha$  - کتواسیدها) می شود، این واکنش یک گذرگاه سوخت و ساختی مشابه گذرگاه پیروات دارد، (بترورت<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۳)  $\alpha$  - کتوگلوترات دکربوکسیلاسیون می شود و محصول به کوآ انتقال می یابد تا به کمک عملکرد  $\alpha$  - کتوگلوترات دهیدروژناز وابسته به TPP سوکسینیل کوآ بدهد. همچنین، در کاتابولیسم اسیدهای آمینه شاخه دار، تیامین پیروفسفات به عنوان یک کوآنزیم برای کتواسید دهیدروژناز شاخه دار لازم است (بندر<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۹).

مسیر پنتوزفسفات، انرژی مولکول های کربوهیدرات را به شکل دی نوکلئوتیدفسفات آدنین نیکوتینامید (NADPH) ذخیره می سازد، که به عنوان یک دهنده الکترون برای چندین واکنش بیوسنتزی در سلول (همچون کاهش گونه های اکسیژن فعال و لیپیدها)

1. Citric Acid Cycle
2. Butterworth
3. Bender

مهم است (سین گل تن و همکاران، ۲۰۰۱ و مارتین و همکاران، ۲۰۰۳). به علاوه، گذرگاه پنتوزفسفات نقشی در تولید قندهای ۵- کربنی مثل ریبوزها دارد که در ساختن پلی ساکاریدها، کوآنزیم ها، DNA، و RNA به کار برده می شود. تیامین به شکل TPP، کوآنزیمی برای ترانس کتولاز (TK) (مارتین و همکاران، ۲۰۰۳) است و نقش اصلی TK را باید انتقال یک واحد ۲ کربنی از یک  $\alpha$ -کتوز به یک آلدوز دانست.

نتایج مربوط به تجمع لاکتات نشان داد که مکمل دهی تیامین پیروفسفات تأثیر معنی داری بر کاهش تجمع لاکتات (در مقایسه با گروه دارونما) دارد.

این مطالعه همچنین نشان می دهد که بهبود وضعیت تیامین، آزمودنی ها با توجه به اینکه کمبود ویتامین آنان اندکی بود، همیشه معادل با تغییرات در متابولیسم ورزشی نیست. این نتیجه را مطالعه دیگری مورد حمایت قرار می دهد (ون در بیک، ۱۹۹۴) مطالعه مذکور که گزارش می کرد که محدودیت تیامین پیروفسفات عملکرد ورزشی فعالیت های کوتاه مدت با شدت بالا را کاهش نمی دهد همچنین آنها از هرگونه ارتباط متقابل بین وضعیت تیامین پیروفسفات و عملکرد ورزشی هیچ گزارشی را ارائه ندادند (ون در بیک، ۱۹۹۴).

ساز و کارهای مختلفی وجود دارد که می تواند باعث افزایش سوخت و ساز هوازی کربوهیدرات ها با کاهش میزان تجمع لاکتات تولید شده حین فعالیت شود؛ بدین معنا که میزان پایین لاکتات گزارش شده در این پژوهش متعاقب مکمل دهی تیامین پیروفسفات شامل:

۱- با توجه به کمپلکس چند آنزیمی پیرووات دهیدروژناز که با در برداشتن سه آنزیم و پنج کوآنزیم، (جایی که تیامین پیروفسفات یکی از مهمترین کوآنزیم های کمپلکس

1. Singleton
2. Martin
3. Ven der beek

است) می تواند باعث افزایش حرکت پیرووات به سمت میتوکندری و فعالیت گلیکولیتی شود.

۲- با در نظر گرفتن چرخه کربس، جایی که آلفا کتوگلو تارات به سوکسینیل کوآ دکربوکسیله می شود و با توجه به اینکه آزاد شدن یک مولکول دی اکسید کربن خواهد شد. در این مسیر کمپلکس آنریمی شبیه به پیرووات دهیدروژناز کاتالیز را برعهده دارد؛ به طوری که تیامین پیروفسفات مولکول کربانیون پایداری برای واکنش با آلفا-کربن آلفا کتوگلو تارات (که برای دکربوکسیلاسیون پیرووات به استیل-کوآ ضروری است) ایجاد می کند.

نتایج دیگر این پژوهش نشان داد که که مکمل دهی تیامین پیروفسفات در جهت افزایش ضربان قلب در حالت واماندگی (در مقایسه با گروه دارونما) تأثیر معناداری داشت. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری به عمل آمده، مکمل دهی تیامین پیروفسفات ( $3/2 \pm 1/185$ ) بر افزایش ضربان قلب در حالت واماندگی در مقایسه با گروه دارونما ( $1/1 \pm 1/176$ ) تأثیر معناداری داشت.

نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات هرماندز (۲۰۰۸) به دلیل یکسان بودن نوع پروتکل و افزایش تدریجی فعالیت همسو و موافق است.

با این حال، فعالیت های ورزشی پویا باعث افت ضربان قلب در حال استراحت و کاهش پاسخ قلب به فعالیت می شود. کاهش ضربان قلب در حالت استراحت به دلیل افزایش تحریک و بدون تغییر عصب سمپاتیک است. با این حال در حین ورزش، تحریک عصب سمپاتیک آزاد شدن کمتر کاتکولامین ها در افراد ورزشکار نسبت به افراد غیرفعال می شود. (بترورت، ۲۰۰۳)

افزایش تعداد ضربان قلب در حالت واماندگی با افزایش زمان فعالیت همراه بوده که نشان می دهد سیستم بدن از سیستم هوازی به مدت بیشتری استفاده کرده است که احتمالاً،

بیشتر پیروات تولید شده وارد مسیرهای هوازی و چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون می شود؛ در نتیجه همراه با مصرف اکسیژن بیشتر، افزایش سطح ATP را نیز در پی دارد. کاهش مقادیر تیامین پیروفسفات که با کاهش در سوخت و ساخت کربوهیدرات همراه است؛ باعث تاثیر بر عملکرد عصبی به خاطر کاهش تولید استیل کولین می شود. از آنجایی که استیل کولین یکی از تحریک کننده های پایانه های عصبی است، می توان از آن به عنوان دلیلی برای افزایش یا کاهش ضربان قلب در گروه تیامین پیرو فسفات و دارونما یاد کرد (مارتین و همکاران، ۲۰۰۳).

نتایج مربوط به زمان رسیدن تا واماندگی نشان می دهد که مکمل دهی کوتاه مدت تیامین پیروفسفات ( $1/60 \pm 16/40$ ) تاثیر معنی داری بر زمان رسیدن تا واماندگی درمقایسه با گروه دارونما ( $1/7 \pm 14/2$ ) داشته است.

با توجه به اینکه تاکنون در پژوهش های انجام شده زمان رسیدن به واماندگی مورد بررسی قرار نگرفته است، لذا می توان نتیجه گرفت که دلیل اصلی افزایش زمان رسیدن به واماندگی یا به عبارتی بهبود عملکرد ناشی از افزایش استفاده از اکسیژن حین فعالیت (توان هوازی) است و ساخت و کارهای این افزایش در فرضیه نخست بیان شده است. با اندکی احتیاط می توان عوامل روحی-روانی را نیز در این افزایش دخیل دانست.

تیامین برای افرادی که از لحاظ جسمی فعالند، به خاطر نقش حیاتی اش در سوخت و ساخت کربوهیدرات و آمینو اسید مهم است. مانوره در سال ۲۰۰۰ گزارش داد که تیامین، ریبولوین، ویتامین  $B_6$ ، نیاسین، اسید

نپتوتنیک و بیوتین در تولید انرژی طی انجام دادن ورزش نقش دارند. در نتیجه، چنین به نظر می رسد که کمبود تیامین ممکن است منجر به کاهش عملکرد ورزشی شود. برای بررسی اینکه آیا فعالیت جسمی و ورزش نیاز به تیامین را افزایش می دهد یا

نه، پژوهشگران به مقایسه این نکته که آیا مصرف تیامین درمیان ورزشکاران و افراد غیر فعال متفاوت است یا نه پرداخته اند.

برخی پژوهشگران همچنین آثار مکمل دهی تیامین را بر عملکرد جسمانی مورد مطالعه قرار داده اند (دویلی و همکاران و وبستر، ۱۹۹۷). از نتایج این مطالعات چنین به نظر می رسد که ورزشکاران مقادیر متفاوتی از تیامین را استفاده می کنند، اما با وجود این، مکمل دهی با مشتقات تیامین، طی یک دوره زمانی کوتاه نمی تواند چندان عملکرد ورزشی را بهبود بخشد.

از آنجایی که تیامین برای تولید آدنورین تری فسفات لازم است، نیاز به آن معمولاً در زمینه با مصرف انرژی، (که تمایل به تغییر بر اساس سطح فعالیت جسمی دارد)، بیان شده است. برای مثال، نیکمپ و بائر گزارش داده اند که متوسط مصرف کربوهیدرات و انرژی برای دوندگان مذکر کشوری به ترتیب  $580 \pm 3248$  کیلوکالری و  $134 \pm 497$  گرم در روز بود، سطوحی که بالاتر از متوسط مصارف توصیه شده مردان کم تحرک تر در همین گروه سنی بودند. مصرف تیامین همچنین هنگامی که مصارف انرژی و کربوهیدرات بالاتر بود، به سمت بالاتر از مصرف توصیه شده میل می کرد (۲/۱ میلی گرم در روز) (نیکمپ ۱۹۹۵).

نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات وبستر (۱۹۹۸) همسویی ندارد؛ زیرا نوع فعالیت متفاوت و میزان دُز مصرفی نیز کوتاه مدت است؛ ولی نوع مکمل دهی (نام مکمل متفاوت) یکسان است.

با پژوهش سوزوکی و لتوکاو (۱۹۹۶) با مصرف دُز بالای تیامین پیروفسفات و نیز بهبود عملکرد آزمودنی ها موافق و همسو می باشد.

روی هم رفته، اطلاعات موجود نشان می دهند که برخی از ورزشکاران ممکن است در معرض خطر کمبود تیامین پیروفسفات قرار گیرند؛ اما به هر حال، آن کمبود ممکن نیست

عملکرد ورزشی را در رقابت هایی که به تولید انرژی گلیکولیتیکی بسیار وابسته است تحت تأثیر قرار دهد، اما امکان دارد برای ورزشکارانی حائز اهمیت باشد که در ورزش های آنان به فعالیت هوازی و عصبی (مثلاً هماهنگی دست و چشم) اتکای بیشتری دارند. شواهدی موجود است که مصرف تیامین پیروفسفات (۱۰۰ میلی گرم / در روز به مدت ۳ روز) لاکتات سرم را کاهش می دهد و باعث افزایش مقاومت در برابر خستگی می شود. همچنین نشان داده شده که مصرف تیامین نیز منجر به بهبود ظرفیت ارگوژنیک می شود. اگرچه برخی مطالعات از تأثیر نداشتن مصرف تیامین بر لاکتات خون و پیرووات حکایت کرده اند.

## منابع

1. Bender, D.A., Optimum nutrition: thiamin, biotin and pantothenate, Proc Nutr Soc(1999); 58 (2):427-33.
2. Boros, L. G., Population thiamine status and varying cancer rates between western, Asian and African countries, Anticancer Res(2000); 20 (3B): 2245-8.
3. Butterworth, R.F., Kril, J.J. and Harper, C.G., Thiamine-dependent enzyme changes in the brains of alcoholics: relationship to the Wernicke-Korsakoff syndrome, Alcohol Clin Exp Res(1993); 17 (5):1084-8.
4. Doyle MR, Webster MJ, Erdmann LD (1997) Allithiamine ingestion does not enhance isokinetic parameters of muscle performance. Int J Sport Nutr 7: 39±47
5. Dudeja, P.K, Tyagi, S, Kavilaveetil, R.J, Gill, R. and Said, H.M, Mechanism of thiamine uptake by human jejunal brush-border membrane vesicles, Am J Physiol Cell Physiol (2001);281 (3), C786-92.
6. Guillard, J.C, Penaranda, T, Gallet, C, Boggio, V, Fuchs, F and Klepping, J, Vitamin status of young athletes including the effects of supplementation, Med Sci Sports Exerc (1989);21 (4):441-9.
7. Henderson, S.A, Black, A.L and Brooks, G.A, Leucine turnover and oxidation in trained rats during exercise, Am J Physiol(1985);249 (2 Pt 1), E137-44.
8. Hernandez V, Ascencio R, Equihua M, Vasquez C. Effect of Thiamine Pyrophosphate on Levels of Serum Lactate, Maximum Oxygen Consumption and Heart Rate in Athletes Performing Aerobic Activity. The Journal of International Medical Research (2008); 36: 1220 – 1226.
9. Hickson, J.F, Jr, Schrader, J, Pivarnik, J.M and Stockton, J.E, Nutritional intake from food sources of soccer athletes during two stages of training, Nutr Rep Int (1986);34 (85):200.
10. Knippel M, Mauri L, Belluschi R, Bana G, Galli C, Pusterla GL, Sprea@co M, Troina E (1986) Azione della tiamina sulla produzione di acido lattico nei ciclisti. Med Sport 39: 11±16
11. Manuel B, Raul L, Benjamin T, Clemente V. et al. Effects Of Thiamine Pyrophosphate On Blood Lactate Levels In Young, Sedentary Adults Undergoing Moderate Physical Activity. JEPonline (2005);8(2):24-29.
12. Martin, P.R., Singleton, C.K. and Hiller-Sturmhofel, S., The role of thiamine deficiency in alcoholic brain disease, Alcohol Res Health(2003); 27 (2): 134-42.
13. Masuda H, Matsumae H, Masuda T , Hatta H.A Thiamine Derivative Inhibits Oxidation of Exogenous Glucose at Rest, but Not during Exercise.j Nutr Sci Vitaminol,( 2010);56:9-12.



14. Morin, K., Thiamine (vitamin B1) revisited, *MCN Am J Matern Child Nurs*(2004); 29 (3):200.
15. Ortiz M ,Abundis E, Cervantes J, Ramí´rez V, Zavala M.et al. Effect of thiamine administration on metabolic profile, cytokines and inflammatory markers in drug-naïve patients with type 2diabetes. *Eur J Nutr*( 2010)5 July; in press.
16. Rindi, G., Some aspects of thiamin transport in mammals, *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo) Spec No*(1992):379–82.
17. Singleton, C.K. and Martin, P.R., Molecular mechanisms of thiamine utilization, *Curr Mol Med*(2001); 1(2): 197–207.
18. Webster MJ. Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives,*Eur J ApplPhysiol Occup Physiol* (1998); 77: 486 – 491
19. Webster, M.J., Physiological and performance responses to supplementation with thiamin and pantothenic acid derivatives, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*(1998); 77 (6):486–91.
20. Webster, M.J., Scheett, T.P., Doyle, M.R. and Branz, M., The effect of a thiamin derivative on exercise performance, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*(1997); 75 (6): 520–4.