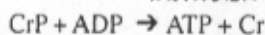


פיתוח מהירות בריצות קצרות

**מעקב אחרי עקומת
המהירות המתפתחת
במיאוך למרחק 100
מטר מגלה כי מהירות
מרבית אצל אצני עלית
מושגת לאחר כ-6-5
ש'. מהירות זו נשמרת
לפרק זמן קצר ביותר
(2-3 ש') כשלאחריו
חלה ירידה במהירות
הריצה.**

דו-פוספאט (ADP). התגובה מזוהת על ידי האנזים קריאטין פוספו קינאז (CPK) ומתבצעת בהספק גבוה ללא השתתפות של חמצן לפי המשוואה:



קריאטין פוספאט נחשב לספק האנרגיה המיידי בפעילויות אינטנסיביות המבוצעות בהספק מירבי. אילולאי התערבותו של חומר זה, היה מלאי ה-ATP בשריר מספיק לפעילות מרבית של 1-2 ש' בלבד. כמובן שבפעילות הנמשכת כ-10 ש', השימוש במלאי ה-CrP בשריר הכרחי, על מנת שהאצן יוכל להמשיך לנוע במהירות, לפרק זמן ארוך יותר. חידוש ה-ATP בצורה זו יכול להימשך כ-5-7 ש' לפני שכמות

הפעילות המבוצעת בעזרת מערכת הגליקוליזה להמשך זמן רב יותר מזו המסתמרת על מלאי CrP בשריר. על פי המשתמע מהדיון הנ"ל נראה כי מאמצים אינטנסיביים תלויים בזמינותם של מקורות האנרגיה המיידיים הנמצאים בשריר. הבחירה בין השימוש ב-CrP או בגליקוגן, דרך מערכת הגליקוליזה תלויה ברמת האינטנסיביות הספציפית ובפרק הזמן הנדרש למאמץ זה. במיאוץ למרחק 100 מ' הנמשך כ-10 ש', המאמץ המתבצע ע"י הספורטאי הוא מירבי ולפיכך יעשה שימוש מירבי במצבורי ה-CrP על מנת לספק אנרגיה בקצב גבוה ככל האפשר. אולם, עקב המגבלה הכמותית של מערכת זו, תחול לקראת סיומה של הריצה תחלופה הדרגתית בשימוש מסלול האנרגיה העיקרי מ-CrP לגליקוליזה.

המחיר שישלם האצן בעקבות שינוי מטבולי זה יהיה בירידת קצב שחרור האנרגיה בשריר, דבר שיגרום בהכרח לירידה בקצב כיווץ השריר והאטה במהירות הריצה.

מוריס גרין מפתח מהירות



התפתחויות אלה הם בעיקר תוצאה של השינויים המטבוליים המתרחשים בשריר הרגליים של האצן. במאמץ מירבי, כדוגמת המיאוץ למרחק 100 מ', תלוי ההספק שהאצן יכול לפתח בריצה, בעיקר בקצב אספקת האנרגיה בשרירים.

האנרגיה הדרושה לכיווץ השריר מתקבלת על ידי פירוק המולקולה - אדנוזין טרי-פוספאט (ATP). כמות ה-ATP הנמצאת בשריר בצורה זמינה קטנה מאוד ולכן בזמן פעילות גופנית יש צורך לחדש אותה תוך כדי הפעילות עצמה. בפעילות אינטנסיבית עולה הדרישה האנרגטית אל מעבר לקצב אספקת ה-ATP האפשרית על ידי המערכת האירובית. לפיכך, בריצת 100 מ', מסופקת האנרגיה לביצוע הפעילות ע"י תהליכים אנאירוביים בלבד.

תהליכים אלה מתרחשים בשתי צורות אפשריות: האחת, ניצול מאגרי הקריאטין פוספאט (CrP) בשריר, והשניה, ניצול מאגרי הגליקוגן בשריר.

קריאטין פוספאט (CrP) נמצא בשריר בריכוז גבוה מזה של ה-ATP הזמין ויש לו פוטנציאל גבוה של העברת פוספאט לאדנוזין

למרות השינוי המטבולי המתרחש בשריר בזמן הריצה, נראה כי במאון הכולל שבין שתי מערכות האנרגיה האנאירוביות במיאוץ ל-100 מ', תהיה אספקת האנרגיה תוך שימוש במצבורי ה-CrP בשריר המסלול הדומיננטי בה יוכל השריר לפעול. ככל שיגדל חלקו של מקור זה ומאידך ירד חלקה היחסי של מערכת הגליקוליזה כספק אנרגיה לפעילות, יעלה ממוצע המהירות בריצה. לאחרונה נעשו ניסיונות לבחון את השפעת תוספות תזונתיות של קריאטין (Cr) על מנת

ה-CrP בשריר יורדת ואינה יכולה לשמש יותר כמקור העיקרי לאנרגיה. בשלב זה, על מנת שהאצן יוכל להמשיך ולפעול בצורה אינטנסיבית, יש צורך בניצול של המסלול האנאירובי השני - גליקוליזה בה מתפרק הגליקוגן בנמצא בשריר לחומצה פרוכית. קצב שחרור ה-ATP על ידי מערכת הגליקוליזה נמוך מזה המתרחש בתגובת ה-CrP עם ה-ADP ועקב כך יורד קצב העבודה. מאידך, מכיוון שכמות הגליקוגן בשריר גדולה בהרבה מזו של CrP, יכולה

גובה (לגברים בלבד) ומוט (ג"כ לגברים בלבד שכן מקצוע הנשים עדיין לא נכנס באליפות זו).

טבלה 1 מביאה את זמן התגובה עד לעזיבת האדנים ואת הזמן שנדרש לששת המסיימים הראשונים בריצת הגמר 100 מטר לגברים לעבור כל 10 מטרים. זמן תגובה זמני ביניים של שני הרצים, שהגיעו אחרונים בגמר, לא ניתנו. את הנתונים סיכם עבור המחברים וולפגנג ריצדורף.

ברור מן הנתונים, שהסדר הסופי של המסיימים נקבע הן כתוצאה מזמן תגובה (הבדל 21 אלפיות בין המהיר והאטי, האצה בעשרת המטרים הראשונים) (שעלתה למעשה לדונובן ביילי במדליית הזהב) ואחזקת המהירות בין 70 ל-100 מטרים (שחיסלה את סיכויי אטו בולדון, בעל תגובת הזינוק וההאצה המצוינים, לחלף מדליית ארד).

טבלה 2 מצלמת אותה התרחשות מזווית אחרת, זו של המהירות אליה הגיעו הרצים: ההבדל במהירויות ברור: מהירותו של גרין בסיום עלתה על זו של אזינווה במטר שלם לשנייה והדעיכה שלו משיא המהירות (בסביבות ה-60 מ') היתה האיטית מכולם: "he who dies last finishes first" הנו פתגם חביב על מומחי ה-200 מ'. התוצאות מדגימות את האמת במשפט זה גם ל"מיאוזן הטהור". יצוין כי לשיא מהירותו (11.87 מטר לשנייה) הגיע מוריס גרין, עפ"י המצלמה שעקבה אחריו כל הדרך, ב-58.1 מטרים, מוקדם מכל האחרים. ביילי הגיע למהירות דומה (11.87) רק ב-62.30 מטרים ושיאי המהירויות של האחרים נעו בין 11.56 ל-11.74 מטר לשנייה והושגו בין 59.2 מ' ובין 61.9 מ'.

ההסבר הביוכימי-פיסיולוגי בתחילת הרשימה נותן מיתווה כללי ל"מימון" של הפעולות בעת ריצה ברמה גבוהה ל-100 מטרים. ההבדלים המשתקפים בטבלאות (ובסופו של דבר, ויזואלית במיקום) משקפים את ההבדל ביעילות ניצול מקורות האנרגיה האמורים על ידי הרצים השונים, בין עקב הבדל גנטי, הבדל באימון, האינטראקציה בינם, "יום" טוב יותר או פחות כתוצאה מגורמים חולפים ואולי גם שמץ של תגובה למתרחש בזינוק או ב-20 המטרים הראשונים, המשפיעה בהמשך.

בגליון הבא נביא נתונים מקבילים לנשים ונתונים למיאוצים האחרים. כאן נרמז רק, כי למרבית ההפתעה הגיעה המנצחת ג'ונס לשיא מהירותה (10.68 מטר לשנייה) מאוחר יותר מגרין (אחר 58.8 מטרים) אף כי כל שאר הפיזיולוגיות הגיעו לשיא מהירותן (הנמוך יותר) מוקדם מג'ונס ומוקדם מעמיתיהן הגברים.

טבלה 1: זמן תגובה בזינוק וזמנים (בשניות) לכל קטע של 10 מטרים, בעת ריצת הגמר ל-100 מטר גברים.

שם	זמן	10 עד	20 עד	30 עד	40 עד	50 עד	60 עד	70 עד	80 עד	90 עד	זמן
תגובה	20 מ'	30 מ'	40 מ'	50 מ'	60 מ'	70 מ'	80 מ'	90 מ'	100 מ'	סופי	
זמוריס גרין	0.134	1.71	1.04	0.92	0.88	0.87	0.85	0.86	0.87	0.88	9.86
קדונובן ביילי	0.145	1.77	1.03	0.91	0.87	0.85	0.85	0.86	0.87	0.90	9.91
קטים מונטגומרי	0.134	1.73	1.03	0.93	0.88	0.86	0.86	0.87	0.88	0.90	9.94
קפרנק פדריקס	0.129	1.73	1.04	0.93	0.89	0.87	0.86	0.87	0.88	0.89	9.95
קאטו בולדון	0.123	1.72	1.05	0.93	0.89	0.87	0.87	0.88	0.90	0.92	10.02
דוידסון אזינווה	0.135	1.77	1.05	0.94	0.89	0.87	0.87	0.88	0.89	0.93	10.10

טבלה 2: מהירות (במטר לשנייה) בה נמצאו ששה מסיימי ריצת 100 מטר לגברים מדי עשרה מטרים.

שם	10 מ'	20 מ'	30 מ'	40 מ'	50 מ'	60 מ'	70 מ'	80 מ'	90 מ'	גמר
זמוריס גרין	8.71	10.47	11.14	11.50	11.67	11.80	11.68	11.57	11.51	11.30
קביילי	8.90	10.55	11.28	11.63	11.76	11.80	11.70	11.55	11.38	11.00
מונטגומרי	8.82	10.34	11.14	11.54	11.62	11.61	11.54	11.42	11.25	10.95
קפרנק פדריקס	8.77	10.35	11.02	11.43	11.60	11.72	11.52	11.43	11.27	10.79
קבולדון	8.67	10.36	11.03	11.41	11.50	11.54	11.34	11.20	11.05	11.07
קאזינווה	8.55	10.21	11.08	11.38	11.52	11.51	11.42	11.30	11.07	10.36

אין ספק ששינויי המהירות בריצה הקצרה מושפעים ישירות מן הספקים האנרגטיים והשינויים המטבוליים המתרחשים בשרירים הפעילים. המגבלות שמציבות המערכות הללו מכתובות ויוצרות את השלבים המוכרים של: האצה, שמירת מהירות והאטה במהלך ריצה תחרותית אופיינית ל-100 מטר.

כמוכן שהעלות האנרגטית בריצה הקצרה מושפעת גם מסגנון הריצה והמיומנות הטכנית של האצן. על מנת שפוטנציאל האנרגיה הכימית בשריר יגרום להנעת הגוף בריצה מהירה, צריכים השרירים לפעול בצורה טכנית יעילה. לשם כך יש צורך בהפעלה מדויקת של היחידות המוטוריות המתגרות תוך תיאום בכיוון והרפית השרירים השונים הפועלים.

טעות בהפעלה המוטורית של השרירים תגרום לחוסר יעילות מכאנית ועקב כך להוצאה אנרגטית מיותרת שתקשה על הגעה למהירות ריצה מרבית ושמירתה לאורך זמן.

המניע לרשימתנו זו היה פרסום תוצאות פרויקט המחקר הביומכני, אשר התבצע בעת האליפות העולמית השישית, באתונה, 1997, בראשותו של פרופ' גרט-פטר בריגמן מהמכון לאתלטיקה קלה באוניברסיטת הספורט הגרמנית בקלן. הרשימה מנתחת את הריצות ל-100, 200, ו-400 מטרים ואת ריצות המשוכות ל-110 מטר (גברים) ו-100 מטר (נשים). כמו כן נכללים ניתוחים ביומכניים של הקפיצות לרוחק, משולשת,

לנסות ולהגדיל את כמות הקריאטין פוספאט בשריר ועל ידי כך לשפר את פוטנציאל האנרגיה המיידי לחידוש ATP בתא השריר (קייסי, 1996; גרינהץ, 1994). נמצא כי נבדקים אשר קיבלו תוספות אלה הצליחו להגדיל את טווח הפעולה המרבי שלהם לפני שחוו הופעת עייפות ונאלצו לרדת בקצב עבודתם. לעומת זאת רמת חומצת החלב בדם בעבור כמות עבודה נתונה ירדה. ממצאים אלה מלמדים על חשיבותו של קריאטין פוספאט כספק אנרגיה מיידי בשריר ומצביעים על כך שהגדלת ניצול מקור אנרגטי זה יאריך את משך ההספק המרבי אותו מצליח הספורטאי לשמר ויידחה את הופעת העייפות. יתר על כן, נמצא כי כוח השריר המרבי (1-RM) השתפר בכ-10%-20% לאחר נטילת תוספות תזונתיות אלה. הגידול בכמויות ה-CrP בשריר נראה בעיקר בסיבי השריר המהירים מסוג II. סיבים אלה מצויים באחוז גבוה אצל ספורטאים העוסקים בפעילויות הדורשות כוח מתפרץ ומהירות בתנועה.

מן הנתונים הנ"ל ניתן להבין את חשיבותה של מערכת האנרגיה האנאירובית המיידית המנצלת את מאגרי הקריאטין פוספאט לשחרור אנרגיה בשריר. כל עוד ישמרו רמות גבוהות של חומר זה בשריר יצליח הספורטאי לשמור על מהירות מרבית בריצה. כאשר תרד כמות ה-CrP בשריר תרד גם מהירות הריצה, עדות למעבר ושימוש במערכת הגליקוליזה כספק אנרגיה דומיננטי בפעילות.