# השפעת מאמץ עצים על ריכוז חומצה לקטית )La( בדם במהלך ההתאוששות אצל שחיינים נכים לעומת שחיינים רגילים

רון מור, איל ויסבליט, נח רם, איציק וינשטיין

תקציר

היכולת לנטר את עוצמת המאמץ במהלך האימונים חשובה לכל ספורטאי כחלק מתכנית האימונים. הדופק וריכוז החומצה הלקטית )La( בדם הם מהכלים השכיחים ביותר למטרה זו. למרות זאת, מעט מידע מופיע בספרות המדעית בנושא תגובתLaשל שחיינים נכים וקטועי גפים בעת מאמץ מתגבר ובעת התאוששות. מטרת המחקר הנוכחי הייתה להשוות את ההתאוששות במהלך חצי שעה ממשחה עצים ל־100מטרים בקרב שבעה שחיינים נכים ותשעה שחיינים רגילים. לשם כך נבדקו משתנים אלו חמש פעמים )1.5, 5, 10 ,15, 30דקות( לאחר המשחה.

תוצאות: אצל השחיינים הנכים והרגילים נצפה הריכוז הגבוה ביותר שלLaלאחר חמש דקות של התאוששות )10.7 mM ו־9.09 ,mM בהתאמה(. בהשוואת קווי התסוגה בין שתי אוכלוסיות המחקר לא נמצא הבדל משמעותי בקצב הירידה שלLaבמהלך ההתאוששות. ריכוזLaאצל קבוצת הנכים נשאר גבוה יחסית לקבוצת הרגילים גם לאחר30דקות התאוששות. בהשוואת קצב פעימות הלב בתהליך ההתאוששות נמצא הבדל בין קצב פעימות הלב הנמוך יותר אצל השחיינים הנכים )124פ'/דקה( לעומת זה שאצל עמיתיהם הרגילים )168פ'/דקה( רק לאחר1.5דקות.

מסקנות: לא נצפה הבדל בתגובת ריכוזLaבמשך ההתאוששות בין שחיינים נכים קטועי גפיים לבין שחיינים רגילים לאחר משחה עצים ל־100מטרים.

מילות מפתח: חומצה לקטית )La(,קצב לב, התאוששות, מאמץ עצים

## סקירה

המטרה העיקרית של תכנית אימונים כוללת שיפור יכולת הביצוע בענף הספורט הספציפי )אירובי או אנאירובי(. על מנת להשיג מטרה זו משמשות תגובות פיזיולוגיות כנקודות ציון ובקרה )Reilly(.&Morris, 2009Whyte בהתאם למטרות האימון קיימים מספר אמצעים מקובלים כאמצעים לניטור עוצמת המאמץ, כגון אחוז צריכת חמצן המרבית, ריכוזLaבדם וקצב הלב, שבהם מתבצעים המאמצים )Goosey(.Batterham and Tolfrey, 2003 ריכוזLaבדם בזמן פעילות גופנית בהתאוששות ממאמצים גופניים מהווה מדד בקרתי לעוצמת המאמץ שבוצע על ידי הספורטאי. סף-La" Onset of Blood Lactate Accumulation" ״ -OBLA()הוא אותה דרגת מאמץ שממנה והלאה המערכת הגליקוליטית תורמת יותר ויותר ATPלשרירים הפעילים, וקצב יצירתLaעולה על קצב הרחקתה. לכךLaמצטברת בדם עד לערכים גבוהים, אשר עלולים לגרום לעייפות השריר; זו נגרמת כתוצאה ישירה מפעילות יון הלקטט או בשל הירידה המובהקת ב־pH )עלייה בחומציות(, שעלולה להביא לפגיעה במנגנון

כיווץ השריר (Weltman, 1995.כלומר, דרגת המאמץ שבה התרומה האנרגטית של הגליקוליזה הולכת וגדלה בשל אי יכולת המערכת האירובית לספקATPלפעילות השריר בקצב הדרוש על ידי השריר (Svedahl& MacIntosh, 2003.)
גורמים נוספים המשפיעים על ריכוזLaבדם הם מסת השריר הפעילה וסוג סיבי השריר שמאכלסים מסה זו; ככל שמסת השריר תהיה גדולה יותר עבור ביצוע מאמץ יחסי, כך יגדל קצב ייצור ,Laויחד אתו גדל הסיכוי לעלייה חדה בריכוזה בדם. לעומת זאת, הורדת ריכוזLa בדם מתבצעת בחלקה דרך מעגל קורי שבכבד, על ידי הפיכתה לגלוקוז (Baker,Bonen Katch and Katch, 2007,and Hatta, 1997; McArdle; נייס וענבר, 2003(,ורובה מנוצלת במערכת אספקת האנרגיה האירובית לרקמות שונות הפעילות בעצימות נמוכה יחסית, כגון הלב (Bonen et al., 1997; Brooks, 2002; Juel, 2001 ושרירים אחרים). לכן עלייה בריכוז הLaבדם במהלך השחייה יכולה להיות שונה בין שחיין רגיל לשחיין נכה, והיא תלויה בשאלה אם הגוף כולו משתתף או שרק הידיים או רק הרגליים פעילות (Bentley, 2002.)
השימוש במדדים הקשורים למנגנון האנרגיה האנאירובי לניטור ההתקדמות באימונים תואר בהרחבה הן בקרב רצים והן בקרב רוכבי אופניים (Tolfry-Bishop and Goosy,Leicht, 2012; Yoshida Ichioka and Suda, 1987,Chida,„)בעיקר בשל הקלות היחסית בשימוש במסילה נעה ובאופן ארגומטרי. לעומת זאת, הקושי במבחני שדה בברכה, בשילוב חמישה סגנונות שחייה שונים, "תרם" למיעוט יחסי של מדידת תגובתLaבקרב שחיינים בכלל ושחייני עילית בפרט (Pyne Lee and Swanwick, 2001,.)
אחת ממטרות השיקום הגופני היא להעלות את יכולת ביצוע המטלות היום יומיות בקרב אוכלוסייה עם צרכים מיוחדים. היות שהגוף במים הוא כמעט נטול משקל, שחייה היא אחת הדרכים המקובלות לפתח את היכולת האירובית. כדי להעריך את עוצמת המאמץ בזמן מאמץ תת מרבי או מרבי, קיים צורך במדידה של תגובות פיזיולוגיות חיוניות לאוכלוסיית השחיינים הנכים בדיוק כמו לאוכלוסיית השחיינים ה"רגילים"(Sidney,Robin,Moretto,Pelayo, Lavoie, 1995-Marc,Latour,.)Gerbeaux
אחד הכלים החשובים ביותר במהלך האימונים הוא איתור סף Laסף (Leone,Leger,Lavoie, Sidney,Mujika,and Provencher, 1985; Pelayo et al., 1995; Keskinen, 1994; Pelayo and Chatard, 1996.)בהמשך לאמור לעיל, גם תגובתLaלמאמץ נבדקה רבות בקרב ספורטאים רגילים, אולם לא נבדקה בהיקף דומה בקרב אוכלוסיית הספורטאים הנכים (Bentley et al., 2002.)

## מטרת המחקר

מתוך24ספורטאים נכים אשר ייצגו את ישראל במשחקים האולימפיים, שמונה נמנו עם נבחרת השחייה, וארבעה ספורטאים זכו במשותף בעשר מדליות אולימפיות. למרות הגדרתם האחידה כ"נכים", רב השוני ביניהם. חלקם קטועי גפים (נכי צה"ל( ברמות קטיעה שונות, וחלקם משותקים – גם הם ברמות חומרה שונות – החל משיתוק בגפה אחת, דרך שתי גפיים ועד שיתוק בשלוש גפיים (לוסטיג ולנדר, 2004.)את סיווג הנכויות השלימו חברי משלחת אשר "רק" איבדו את מאור עיניהם. במהלך הכנתם למשחקים האולימפיים נעזר הסגל המקצועי של הנבחרת הפרלימפית בשחייה של ישראל בידע שנצבר במדעי הספורט.

בין השאלות שעליהן ביקש הסגל המקצועי למצוא תשובה היו השאלות הבאות: לא ברור מה יהיה ריכוזLaהמרבי אצל אותם ספורטאים קטועי גפים או אצל אלו המשותקים בגפיהם לאחר מאמץ עצים - שכן יכולתם לסלק את ה־Laשנוצרה על ידי רקמות הפעילות פחות, פחותה לעומת זו של שחיינים רגילים, עקב מסת שריר נמוכה יותר. שאלה נוספת העולה ממסת השריר הנמוכה הפעילה, היא מה יכולתם לייצרLaעקב איבוד מסת שריר? האם השרירים הפעילים יפצו על אובדן מסת השריר והתוצאה תהיה עלייה חדה בקצב ייצורLaבאותם שרירים פעילים? ואם כן, האם קצב עבודת השרירים ייפגע עקב הצטברות מהירה וגבוהה של ?Laאו שמא אותם שרירים פעילים לא יוכלו לפצות על אובדן המסה השרירית החסרה, ולכן העלייה בריכוזLa בדם תהיה נמוכה יחסית גם במאמץ מרבי? כלומר, היכולת לשחרר אנרגיה בתהליך גליקוליטי תהיה נמוכה יחסית, ואז הדרך לשפר את תוצאתם מתבצעת בעיקר על ידי שיפור הטכניקה. נוסף על כך, משמעות התאוששות מהירה ממאמצים היא חיונית ביותר לספורטאים, ועל אחת כמה וכמה בקרב שחיינים המבצעים מספר מקצי שחייה ביום תחרות אחד. היכולת להתאושש ולהגיע "מוכן" למקצה השני היא בעלת חשיבות עליונה. ריכוז גבוה שלLaלפני הזינוק למים יגרום קרוב לוודאי להגעה מהירה יותר ל"סף האנאירובי", שפירושו כאמור ירידה ביכולת להתמיד באותו קצב, ולכן - תוצאה טובה פחות.

כאמור, היקף הספרות הקיימת בתחום זה מצומצם מאוד, והתשובות המצויות בה לשאלות שלעיל אינן חד משמעיות. לפיכך, נושא המחקר הנוכחי הוא בדיקת תגובתLaבקרב סגל הנכים האולימפי של ישראל בשחייה, והוא מעלה לראשונה מספר שאלות חשובות הנוגעות להליך האימון בקרב שחיינים נכים בפרט וספורטאים נכים בכלל. התקדמות ספורט הנכים בארץ ובעולם תלויה במידה רבה גם בהישגים הספורטיביים שאותם משיגים אנשים יחידי סגולה, שאינם נותנים לנכותם להיות מגבלה עבורם.

לכן, יעד המחקר היה סיוע לשחיינים הנכים באימוניהם הספורטיביים, ומטרת המחקר הראשית הייתה להבין טוב יותר את תגובתLaלמאמצים נתונים של סגל הנבחרת הפרלימפית בשחייה בישראל. שאלת המחקר הייתה, האם תגובתLaלמאמץ ולהתאוששות אצל שחיינים נכים, הסובלים ממסת שריר קטנה, דומה לזאת של עמיתיהם הרגילים?

## ממצאים קודמים

תשובות לשאלות לעיל ניסו ליכט ועמיתיו (Leicht et al., 2012 לתת בהשוואתם של ספורטאים טטרה־פלאגים לעומת פארא־פלאגים וכאלו שאינם פגועי חוט שדרה על כיסאות גלגלים במהלך מבחן מדורג. בניגוד להנחתם הראשונית, לא נמצא כל הבדל סטטיסטי מובהק בין הקבוצות בתגובתם למאמץ מתגבר כאשר השוו את ריכוז ה־Laמול האחוז מצריכת החמצן בכל שלב שאליו הגיעו הנבדקים בכל קבוצה. כן נמצא הבדל סטטיסטי כאשר הושוו ערכיLa לצריכת החמצן האבסולוטית שלהם, ובה היה יתרון ברור לנכים שאינם נפגעי חוט שדרה-על הפארא־פלאגים והטטרא־פלאגים. מסקנתם, הנתמכת גם על ידי תוצאות מחקר מוקדם שלהם (Leicht and Perret, 2008,הייתה כי אין הבדל בתגובתLaלאחר מאמץ עד תשישות בין פארא־פלגים לשתי הקבוצות האחרות כאשר עוצמת המאמץ שווה ומבוטאת באחוז זהה מצריכת החמצן המרבית האישית של כל ספורטאי.

חוקרים אחרים )Bentley et al., 2002( השוו את תגובתLaלחמישה משחים מתגברים בקרב שישה ספורטאי עילית עם תנועתיות מוגבלת או מוחלטת בגפיים התחתונות מול חמישה שחיינים בעלי תנועתיות מלאה למרחקים של100מטרים או של200מטרים. כאמור לעיל, ריכוז Laבדם מהווה אינדיקציה טובה לעוצמת המאמץ, ולמעשה משקף את שיווי המשקל בין קצב ייצורה לבין קצב פיזורה. לכן, הנחת החוקרים הייתה שיימצאו ערכיLaנמוכים יותר בקבוצת השחיינים עם המוגבלות התנועתית לעומת קבוצת השחיינים עם התנועתיות המלאה, בגלל הבדלים במסת השריר הפעילה.
הממצאים הצביעו על שינוי מובהק בריכוזLaבין תחילת המשחה לסיומו בכל חמשת המשחים בין שתי הקבוצות, אולם לא נמצא הבדל מובהק בשינוי ריכוזLaבמהלך המבדק בין הקבוצות. החוקרים הסבירו את התגובה הזו בתרומה הנמוכה יחסית של פעולת הרגליים למשחה כולו ו/או באי היכולת להוכיח הבדל מובהק הנובעת מ"טעות מסוג –"2עקב מספר נבדקים קטן ושונות גדולה. כך שלמרות ההבדל המוחלט בערכי ה־ ,Laהחוקרים מסכמים ש"סטטיסטיקה ופיזיולוגיה או חשיבות מעשית הן לא תמיד 'שם נרדף'"Bentley et al., 2002, p.100(.)
ממצאים אלה דומים לממצאים קודמים של פאליו ועמיתיו )Pelayo et al., 1995(,אשר השוו את תגובותיהם האירוביות והאנאירוביות של שחיינים נכים ורגילים במבחנים שונים. במבחן האירובי ריכוזLaבקרב קבוצת הנכים היה גבוה יותר לעומת השחיינים הרגילים, אולם לא נמצא הבדל מובהק במשתנה זה במבחן האנאירובי. לפיכך, מסקנתם הייתה כי מבחני שדה יעילים בחיזוי ובתכנון האימונים לשחיינים מתחרים נכים כמו לשחיינים רגילים.

## שיטת המחקר

### אוכלוסיית המחקר

קבוצת המחקר כללה שבעה שחיינים נכים מהסגל האולימפי של נבחרת ישראל, קטועי גפיים ברמות שונות, בטווח הגילים22-45,ותשעה שחיינים בוגרים מאזור הצפון בטווח הגילים16-20, סך הכול16שחיינים. כל השחיינים התאמנו סדיר באופן ובהיקף דומים לפחות חמש פעמים בשבוע תחת הדרכת מאמן מקצועי. שניים מהנבדקים הרגילים נמנו עם סגל נבחרת ישראל בשחייה. הרכב קבוצת הנכים היווה מגבלה מכריעה במחקר בשל סוגים שונים של נכויות סגל השחיינים. לא ניתן היה לדגום שחייני צמרת נכים בעלי נכות השומרת על כמות מסת גוף אחידה בקרב המדגם. סגל ישראל בשחייה לנכים מורכב מנכים בעלי נכויות מסוגים שונים, הכוללות קטיעות גפיים ושיתוק ברמות שונות. כולם הוגדרו «נכים», אם כי לא דין קטיעת גפה כדין שיתוק מתאונה או ממחלה בתגובות הפיזיולוגיות למאמץ. אי לכך נלקחו תוצאות רק מקטועי גפיים.

### כלי המחקר

שעוני דופק מחברת .Polar Fs1)המחקר בדק את ריכוז ה־Laבדם בפרקי זמן שונים, לאחר משחה של100מטרים.All out

### מהלך המחקר

לכל השחיינים שנטלו חלק במחקר הוסבר הליך המחקר ומטרתו. כל נבדק חתם על טופס

הסכמה מדעת להשתתפות במחקר. תוצאות המחקר הועברו לנבדק ולמאמן הקבוצה ונשמרו בתיקייה נפרדת. כל הנבדקים עברו שתי סדרות של בדיקות בברכת האימונים שלהם. המחקר אושר על ידי ועדת המחקר המכללתית.

הליך המחקר

לפני השחייה נמדדו הדופק וריכוזLaבמנוחה מלאה )לפני חימום(.כל הנבדקים שחו100 מטרים בקצב תחרותי )כ־1דקה(,ומיד לאחר מכן נמדד הדופק ונלקחו דגימות דם קפילריות )20µl( בפרקי הזמן: 1.5, 5, 10, 15ו־30דקות של התאוששות. דגימות הדם נלקחו מקצות האצבעות של השחיינים לפני המשחה ובזמן ההתאוששות על ידי צוות מקצועי ומיומן. דגימת דם נימית נלקחה בכל פעם מאצבע אחרת. הדם הועבר ישירות לקפילרות של20 µlומשם הועברו הקפילרות למבחנה המכילה נוזל המקבע את ריאקציית ה־ .LaריכוזLaנמדד באמצעות מכשיר לניתוח ריכוזLaוגלוקוז בדמBiosen C-line– של חברתEKF Diagnosticגרמניה. המכשיר כויל באמצעות תמיסת כיול סטנדרטית.12 La (mM)

עיבוד הנתונים

כל הנתונים הכמותיים שנאספו במחקר הוכנסו לגיליון עבודה ונותחו בעזרת תוכנת SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)גרסה11.נעשה שימוש במבחניStudent-tלצורך השוואת הנתונים של קבוצת הנכים לאלו של קבוצת הרגילים תחת הנחת העבודה שהשונות באוכלוסיות אינה זהה. המבחנים בוצעו עבור כל אחת מנקודות הדיגום של ה־Laושל הדופק. נערכה בדיקת שוויון שונויות על פי מבחן .Leveneקווי תסוגה (Linear Regression) חושבו להשתנות ערכיLaכפונקציה של זמן בשתי הקבוצות לצורך השוואת קצב הייצור והפיזור של .Laניתוח שונות למדידות חוזרות נעשה על המדידות החוזרות של ריכוזLaושל הדופק. רמת ה־αנקבעה ל־0.05בכל הניתוחים הסטטיסטיים.

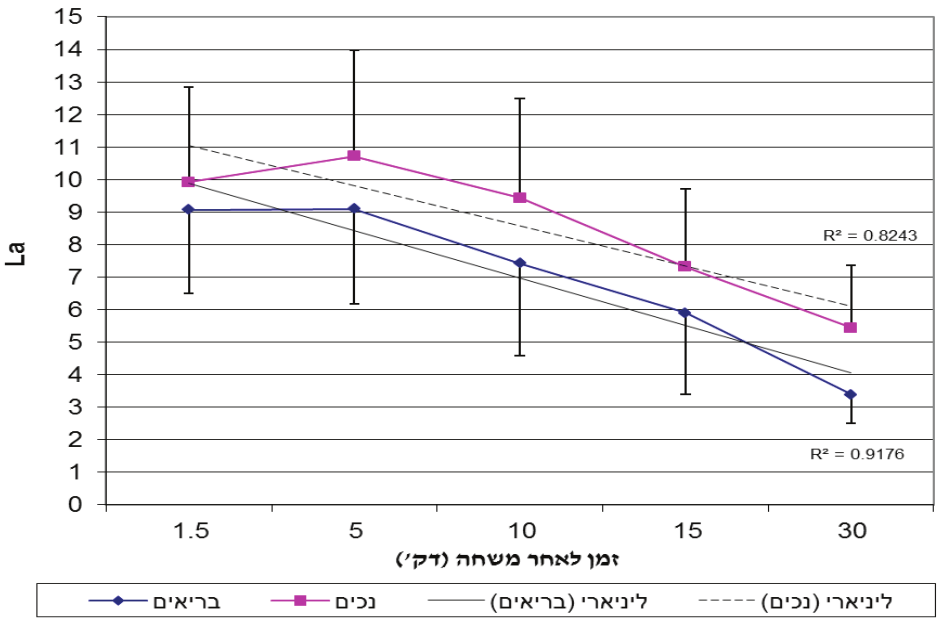
תוצאות

השוואת ריכוזLaוקצב סילוקLaבין השחיינים הנכים לשחיינים הרגילים

בשתי האוכלוסיות, הנכים והרגילים, ריכוזLaבדם עלה לערך הגבוה ביותר מבין המדידות במדידה שלאחר חמש דקות מתום משחה100המטרים )10.7±3.26 mMו־9.09±2.92 mM בהתאמה(.בהשוואה בין קבוצת השחיינים הנכים לקבוצת השחיינים הרגילים על ידי ניתוח שונות למדידות חוזרות, עולה כי ממוצעי ריכוזLaבשתי הקבוצות בזמני הבדיקות אינו שונה באופן משמעותי.

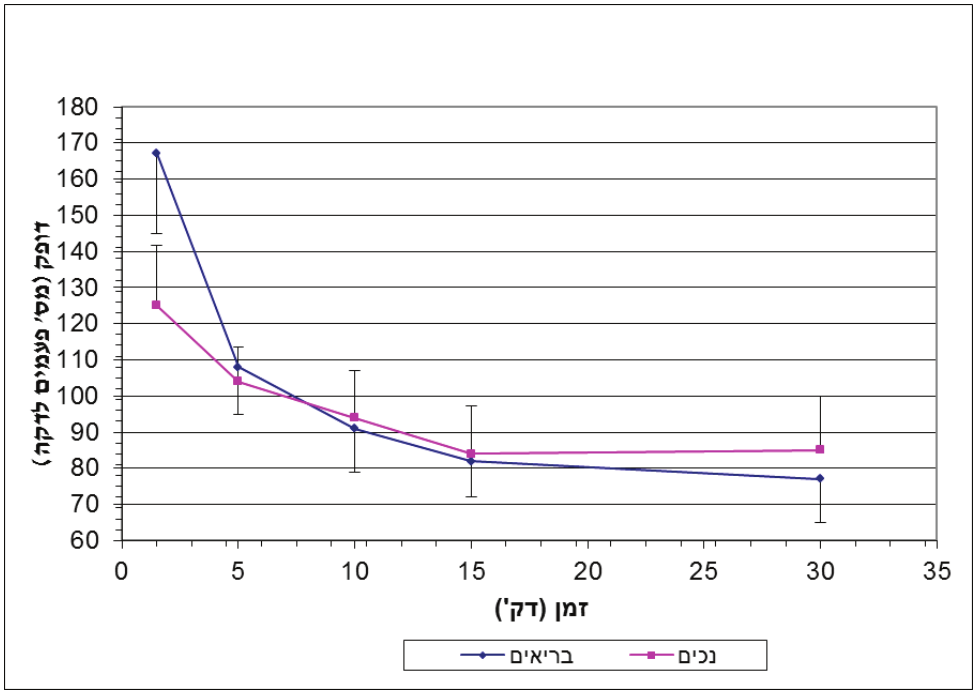
קצב סילוקLaאינו שונה בין הנכים לבין הרגילים

בהשוואת קווי התסוגה בין שתי אוכלוסיות המחקר נמצא הבדל בקצב הירידה שלLaבמהלך ההתאוששות, אולם הבדל זה לא היה מובהק )$p<0.05$(.ריכוזLaאצל קבוצת הנכים נשאר גבוה יחסית לקבוצת הרגילים גם לאחר30דקות התאוששות ]5.4±1.9 mMלעומת3.4±0.88 mM בהתאמה )גרף מס'1([.




גרף1
ממוצע ריכוזLaבדם )mM( כפונקציה של זמן לאחר משחה100מ'All out) ( ואוכלוסיית נבדקים. קווי טעות = ס' תקן.

השוואת קצב פעימות הלב בהתאוששות בין השחיינים הנכים לשחיינים הרגילים
בהשוואת קצב פעימות הלב בין קבוצת הנבדקים הרגילים לבין קבוצת הנכים בתוך תהליך ההתאוששות לאחר המשחה נמצא הבדל רק לאחר1.5דק'168±21.9] פ/דק' לעומת124±14.5 פ/דק'p=0.01בהתאמה )גרף מס'2([.




גרף2
ממוצע קצב פעימות הלב כפונקציה של זמן לאחר משחה100מ'All out) ( ואוכלוסיית נבדקים.
קווי טעות = ס' תקן.

## דיון ומסקנות

מטרת המחקר הנוכחי הייתה להשוות את תגובתLaלאחר משחה של100מטרים בעוצמה גבוהה בין שחיינים רגילים לשחיינים נכי גפיים. הממצא העיקרי במחקר הנוכחי הוא שאצל מרבית השחיינים נמדד ריכוז מרבי שלLaבדם בטווח של דקה וחצי עד חמש דקות מסיום המאמץ, המעיד על הזמן הנדרש שיש להמתין כדי לבצע את הבדיקה לשם קבלת תוצאות מהימנות ביותר לריכוז מקסימלי של .Laתוצאות אלו עולות בקנה אחד עם ממצאיו של וולטמן Weltman, 1995(,)שלפיהם זמן דגימה אופטימלי עבור משחה קצר- 100מטרים - הוא שלוש עד חמש דקות מסיום המאמץ. מתחת או מעל לטווח זה עלולות להתקבל תוצאות נמוכות מדי, המחטיאות את שיא ריכוז ה־Laבשריר, המאפיין מאמץAll outשל שחיית100מטרים בסגנון חופשי.

## Laבהתאוששות מהמאמץ

השערת המחקר הנוכחי הייתה כי שחיינים נכים בגפיהם יציגו ריכוז נמוך יותר שלLaלעומת עמיתיהם הרגילים. אולם אצל מרבית הנבדקים נצפו אפיונים דומים של שינוי ריכוזLaבדם בזמן ההתאוששות, כאשר בחמש הדקות הראשונות ישנה עלייה, עד השיא בדקה החמישית

בדרך כלל, ולאחר מכן ירידה הדרגתית - עד הדקה ה־30של ההתאוששות. את העלייה ניתן לייחס לזמן הנדרש למעברLaמהשריר אל הדם ולמקומות שאליו היא מתפנה, כך שריכוזה בדם יעלה על ריכוזה בשריר בשל הפסקת הפעילות והאטה בקצב ייצורה. הנחה זאת מאוששת על ידי ממצאיהם של בנטלי ועמיתיו )Bentley et al., 2002(,אשר הציגו שינוי דומה בריכוז Laבתגובה לחמישה משחים מתגברים בקבוצת השחיינים הנכים ובקבוצת השחיינים הרגילים. הירידה ההדרגתית בריכוזLaבדם נובעת מסיום הפעילות העצימה, ולכן האטה בייצור,La בד בבד עם פירוקLaבמעגל קורי )רוטשטיין, 1992( וברקמות המנצלות בעיקר את התהליך האירובי לשם אספקת אנרגיה ) .)Juel, 2001הירידה האטית יותר בריכוזLaבנכים, ייתכן שהיא נובעת ממסת שריר קטנה יותר הפעילה בעת ההתאוששות. ירידה אטית ב־Laבדם נובעת מקצב הרחקה אטי יותר, הקשור אולי למסה נמוכה יותר של שריר לא פעיל, כי הסיבים הפעילים של השריר שהשתתף במאמץ אינם צורכים ,Laאלא מייצרים אותו. ייתכן שהשונות הרבה בריכוזLaבנכים לעומת הרגילים לאחר30דקות )סטיית תקן של1.9מול0.8בהתאמה( תרמה להבדל הסטטיסטי בנקודת זמן זאת, יחד עם טעות סטטיסטית מסוג2 )מדגם קטן(, האופיינית למחקרים קודמים ודומים לזה )Leicht (&.Perret, 2008;Bentley et al., 2002 ההנחה כי אין הבדל בקצב ההתאוששות בין שתי הקבוצות, נתמכת על ידי ממצאיהם של ליכט ופרט )Leicht (&,Perret, 2008המעידים כי אין כל הבדל במשך ההתאוששות בין שחיינים רגילים לפארא־פלגים לאחר שחייה מאומצת. ההבדלים, אם קיימים, טוענים החוקרים, נובעים מהבדלים אישיים בכושר הגופני ובגנטיקה. קצב סילוקLa )גרף1( הבא לידי ביטוי בקו התסוגה של שתי הקבוצות, דומה ביותר ) –0.824נכים מול –0.917רגילים(.ממצא זה שונה מממצאי קבוצתו של פלאילו) .Pelaylo et al., 1995(השוני בריכוז המקסימלי שלLaבדם אצל השחיינים הנכים לעומת הרגילים )10.71±3.26לעומת9.09±2.92בהתאמה(,ייתכן שמעיד על כך שקיים קשר בין רמת ייצורLaלבין מסת השרירים הפעילה. השערה זאת מהווה אתגר מחקרי עתידי.

השוואת קצב פעימות הלב בהתאוששות בין הנכים לבין הרגילים

בהשוואת קצב פעימות הלב בתהליך ההתאוששות לאחר המשחה בין קבוצת השחיינים הנכים לבין קבוצת השחיינים הרגילים נמצא הבדל רק לאחר דקה וחצי )$p<0.01$ ))גרף מס'2(.תגובה דומה דווחה במחקרם של ליכט ועמיתיו )Leict(„Bishop&,Goosey, 2012שבה הצביעו על דופק נמוך בצורה מובהקת בשיא המאמץ קבוצת הטטרא־פלגים מול קבוצת הפארא־פלגים וקבוצת שחיינים שאינם נפגעי חוט שדרה )129, 184, 186פ/דק' בהתאמה(.

החוקרים לא ניסו להסביר הבדל זה, אלא הראו את הקורלציה הגבוהה ביחס בין קצב פעימות הלב לצריכת חמצן בקרב שלוש הקבוצות )0.90, 0.97, 0.96בהתאמה(.כלומר, תגובות פיזיולוגיות דומות בערכים יחסיים דומים בין קבוצות הנכים השונות. הסבר אפשרי להבדל בדופק במחקר הנוכחי הוא כנראה מסת השריר הקטנה יחסית שהייתה פעילה בזמן המאמץ, ויכולת טובה של המערכת הקרדיווסקולרית בקבוצת הנכים, לעומת מסת שרירים פעילה וגדולה יותר בקבוצת הרגילים, אשר הצריכה עלייה בתפוקת הלב על ידי הדופק.

מגבלות המחקר הנוכחי

גיל השחיינים הרגילים היה שונה באופן משמעותי מהנכים. הבדל זה לא השפיע כנראה על קצב ייצור ריכוזLaוסילוקה )גרף1( אך ייתכן שכן השפיע על קצב הלב בבדיקה הראשונה )גרף2(.הסיבה לכך היא היכולת להגיע לקצב פעימות לב גבוה יותר לעומת קצב הלב אצל עמיתיהם הנכים הבוגרים יותר. לא נמצא הבדל בקצב הירידה בדופק בין השחיינים הרגילים לנכים )$p<0.723$(.יחד עם זאת, תהליך בדיקת הדופק אורך מספר שניות, שבהן עשויה לחול ירידה מהירה בדופק, בעיקר אצל אלו שהם בעלי יכולת אירובית גבוהה.

סיכום והמלצות מעשיות

מטרת המחקר הייתה כאמור לבדוק אם קיים הבדל בקצב ההתאוששות ממשחה100מטרים All outאצל שחיינים נכים לעומת עמיתיהם הרגילים. לצורך המחקר נבדקו שתי קבוצות של שחיינים מקצועיים: קבוצת שחיינים רגילים וקבוצת שחיינים נכים.

נצפתה נטייה להבדל )$p=0.07$( בריכוזLaבתום30דקות של התאוששות. ההבדל מתבטא בכך שבתום30הדקות של ההתאוששות היו לשחיינים הנכים ערכיLaגבוהים מ-4mM,ולכן כנראה נחוץ להם זמן התאוששות ארוך יותר מ-30דקות לפני המשחה הבא. לעומתם השחיינים הרגילים הסתפקו ב־30דקות לשם התאוששות מלאה.

מומלץ לבצע מחקר נוסף, אשר יבודד את סוגי הנכויות השונים ויתייחס לכל אחד מהם בנפרד, בהתאם למסת השריר הפעילה אצל כל אחד מהנבדקים. לא ניתן להצביע על קשר ברור בין מסת השריר הפעילה לבין יכולת פיזור .Laלשם כך יש לבצע מבדקים ממוקדים יותר, המתייחסים באופן אישי לכל שחיין ונכותו. כמו כן שרירה וקיימת ההמלצה להיעזר בריכוזLaבדם ובדופק ככלים להערכת עוצמת האימון.

# ביבליוגרפיה


, 5, 54-56.מעל המגבלות. דינמי)2004(.ולנדר, י"ג,לוסטיג

היבטים תאורטיים ויישומם בתחומי.הפיזיולוגיה של המאמץ)2003(.נייס, ש' וענבר, ע' .פוקוס:רמת גן.הביצוע הגופני והשמירה על הבריאות,הכושר

.מכון וינגייט.הביולוגיה והפיסיולוגיה של גוף האדם)1992(.א',רוטשטיין

Bentley, J. D., Phililips, G., McNaughton, L. R., and Batterham, A. M., (2002). Blood lactate and stroke parameters during front crawl in elite swimmers with disability. Journal of Strength & Conditioning Research, 16(1), 97-102.

http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200202000-00015

Bishop, P., Martino, M. (1993). Blood lactate measurements in recovery as an adjunct to training. Sports Medicine, 16, 5-13.

http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199316010-00002

Bonen , A., Baker, S. K., and Hatta, H. (1997). Lactate transporters and lactate transport in skeletal muscle. Canadian Journal of Applied Physiology, 22, 531-552.

http://dx.doi.org/10.1139/h97-034

Brooks, G. A. (2002). Lactate shuttles in nature. Biochemical Society Transactions, 30(2), 258-264.

http://dx.doi.org/10.1042/bst0300258

Juel, C. (2001). Current aspects of lactate exchange: lactate/H+ transport in human skeletal muscle. European Journal of Applied Physiology, 86(1), 6-12.

http://dx.doi.org/10.1007/s004210100517

Goosey. T., Batterham, A. M., Tolfrey. K. (2003). Scaling behavior of VO2 peak in trained wheelchair athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise, 35, 2106-2111.

http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000099106.33943.8C

Keskinen, K. L. (1994). Measurement of technique in front crawl swimming. In Y. Miyashita, Mutoh and Richardson (Eds.), Medicine and Science in Aquatic (pp 117-125). Basel: Medicine Sport Science.

http://dx.doi.org/10.1159/000423716

Lavoie, J. M., Leger, L. G., Leone, M., and Provencher, P. J. (1985). A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. Journal of Swimming Research, 1, 17-22.

Leicht, C., Perret, C. (2008). Comparison of blood lactate elimination in individual with paraplegic and able-bodied individuals during active recovery from exhaustive exercise. Journal Spinal Cord Medicine 31, 60-64.
PMid:18533413 PMCid:PMC2435020

Leicht, C. A., Bishop, N. C., Goosey-Tolfrey, V. L. (2012). Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non spinal cord injured elite wheelchair athletes. Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports, 22, 729-736.
http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01328.x

McArdle, W., Katch, F., Katch, V. (2007). Exercise physiology, energy, nutrition, and human performance (6th ed.). Williams & Wilkins.

Pelayo, P., Moretto, P., Robin, H., Sidney, M., Gerbeaux, M., Latour, M. G., Marc-Lavoie, J. (1995). Adaptation of maximal aerobic and anaerobic tests for disabled swimmers. European Journal of Applied Physiology, 71, 512-17.
http://dx.doi.org/10.1007/bf00238553

Pelayo, P. I., Mujika. I. S., and Chatard J. C. (1996). Blood lactate recovery measurements, training and performance during a 23-week, period of competitive swimming. European Journal of Applied Physiology, 74, 107-113.

Pyne, D. B., Lee, H., Swanwick, K. M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world- ranked swimmers. Medicine & Science in Sports & Exercise, 33(2), 291-297.
http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200102000-00019

Reilly, T., Morris, T., Whyte, G. (2009). The specify of training prescription and physiological assessment: a review. Journal of Sports Sciences, 27, 575-589.
http://dx.doi.org/10.1080/02640410902729741

Svedahl, K., & MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. Canadian Journal of Applied Physiology, 28, 299-323.
http://dx.doi.org/10.1139/h03-023

Weltman, A. (1995). The blood lactate response to exercise. Current issues in exercise science. Monograph number 4. pp: 81-86. Human Kinetics

Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M., Suda, Y. (1987). Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. European Journal of Applied Physiology, 56, 7-11.
http://dx.doi.org/10.1007/bf00696368