

## חסר ברזל ואנמיה בקרב ספורטאיות — גורמים וסיכונים

שון פורטל<sup>1</sup>, מולי אפשטיין<sup>1</sup>, גל חובנוב<sup>2</sup><sup>1</sup>המרכז לרפואת ספורט ולמחקר ריבשטיין, מכון וינגייט, נתניה; <sup>2</sup>המח' למטבוליזם ולתזונה האדם, הפקולטה לרפואה, האוניברסיטה העברית, ירושלים

## תקציר

חסר ברזל הוא אחד החסרים הנפוצים בעולם המערבי. קיימים מספר גורמים לחסר זה, ההופך לתסמיני עם ההתהוות של אנמיה מחסר ברזל. ספורטאים לוקים באנמיה וחסר ברזל מסיבות נוספות על אלה הנפוצות בכלל האוכלוסייה. לדוגמה, מיהול נפח הדם, הזעה מוגברת, הרס כדוריות דם בזמן ריצה ולעתים תת־תזונה. ספורטאיות נמצאות בסיכון גבוה יותר ללקות באנמיה, עקב אובדן דם במחזור החודשי. עם זאת, הסיבה הנפוצה לריכוז המוגלובין נמוך בספורטאי סיבולת היא 'אנמיה מדומה', הנגרמת עקב אגירת נוזלים. ספורטאים רגישים יותר מכלל האוכלוסייה להשפעת האנמיה וחסר הברזל, כיוון שתיפקוד גופני טוב מחייב יכולת מרבית של נשיאת החמצן בדם לשריר הפעיל וניצולו לשם ייצור אנרגיה. בעוד שאנמיה קלה אינה מורגשת במנוחה, היא עלולה לפגוע מאוד בביצועים ספורטיביים מאומצים. חסר ברזל ללא אנמיה פוגע ככל הנראה בביצועי הספורטאים. האיבחון נעשה על־פי נוסחת תאי־דם, מדדי כדוריות הדם האדומות ורמות פריטין, המייצגות את רמות מאגרי הברזל בגוף. הטיפול ממושך ומחייב מתן תוסף ברזל, שכן המשימה להשלים את החסר בתזונה בלבד היא בגדר בלתי אפשרית.

## הקדמה

רישות מחמירות מספורטאי עלולות לא אחת להובילו לקצה גבול היכולת, עד כדי עירעור מצב בריאותו. תופעה נפוצה המדגימה מצב זה היא דילדול מאגרי הברזל בגוף. מחסור בברזל הוא המחסור התזונתי של מרכיב יחיד הנפוץ ביותר במדינות המערב, ושכיחותו גבוהה יותר בקרב נשים המבצעות פעילות גופנית מאומצת [1]. בעוד שאנמיה מוגדרת כריכוז המוגלובין הנמוך מהתקין לקבוצת הגיל והמין, הרי שחסר ברזל הוא מצב שבו משק הברזל מדולדל ללא התייחסות לריכוז ההמוגלובין בדם. בספורטאים רבים מידלדלים מאגרי הברזל בגוף בהדרגתיות לאורך תקופת האימונים [2-4]. קיים קשר בין ביצוע מאמצים גופניים לבין הופעת אנמיה, המכונה 'אנמיה ספורט'.

מספר סיבות קיימות לאנמיה בספורטאים:

- 'אנמיה מדומה', הנובעת מעלייה בנפח הפלסמה בתגובה למאמץ
- תת־תזונה לברזל, עקב ברות (diet) דלת אנרגיה בענפי ספורט בהם קיימות קטגוריות משקל או ניקוד על־פי הופעה חיצונית (ג'ודו, היאבקות ואיגרוף, או התעמלות וריקוד)
- אובדן דם במחזור החודשי וממערכות העיכול והשתן
- אובדן ברזל בזיעה

— תמס־דם (hemolysis), הנגרם כתוצאה מפגיעה מכאנית בנימי הדם שבכפות הרגליים בזמן ריצה

נמצא, כי היכולת האירובית בקרב הלוקים באנמיה נמוכה באופן משמעותי ביחס לכלל האוכלוסייה, בשל הירידה בריכוז ההמוגלובין בדם ובהולכת החמצן לשרירים. לגבי ספורטאים הלוקים בחסר בברזל אך ללא עדות לאנמיה, קיימים מימצאים סותרים באשר להשפעה על הביצועים הגופניים.

במאמר הסקירה להלן מדווח על תופעת חוסר הברזל בקרב ספורטאים בכלל וספורטאיות בפרט, בניסיון למנוע את אחת מהתופעות השליליות המעטות העלולות להיגרם כתוצאה מאימון גופני מאומץ. הסיבות השונות לאנמיה מספקות רשימת אבחנה מבדלת למקרה שבו מאובחנים בקרב ספורטאים חסר ברזל או אנמיה. מתן דגש על שיפור מאזן הברזל בקרב נשים בכלל וספורטאיות בפרט, עשוי למנוע מצב של אנמיה ולתרום לשיפור הביצועים הגופניים. עם זאת, אין פירוש הדבר כי על כלל האוכלוסייה, בריאה או חולה, להימנע מלכצע פעילות גופנית סדירה במשך רוב ימות השבוע.

## אנמיה מדומה

'אנמיה' זו היא הצורה הנפוצה של אנמיה בספורטאים [2], וכאשר ניגשים לבירור סיבת ריכוז המוגלובין נמוך בספורטאי — יש לזכור זאת. אחת מההשפעות של אימוני סיבולת היא עלייה בנפח הפלסמה, הגורמת לירידה בריכוז ההמוגלובין בדם [5]. אימון אירובי ממושך גורם לירידה בנפח הפלסמה כתוצאה מאיבוד נוזלים, והסתגלות לאימונים מלווה בעלייה בנפח הפלסמה. תופעה זו מתרחשת כתוצאה משיחרור אלדוסטרון, רנין וואזור־פרסין, המביאים לאגירת מלחים ונוזלים [6], ביחס ישר לעצימות אימוני הסיבולת. נמצא, כי תוכנית אימון ממוצעת הכוללת ריצה קלה גורמת לעלייה של 5% בנפח הפלסמה, בעוד שנפח דמן של רצות עילית למרחקים ארוכים עשוי לעלות בכ־20% [7]. העלייה בנפח הפלסמה עשויה להופיע ולהיעלם תוך מספר ימים מתחילת תוכנית האימון, ואופיינית לתחילת עונת האימונים או לעלייה בניפחם [8].

תופעה זו מכונה 'אנמיה מדומה', כיוון שמיהול הדם גורם לירידה בריכוז ההמוגלובין, וזו מחייבת הסתגלות לדרשה המוגברת לחמצן. מסת כדוריות הדם האדומות תקינה או אף גבוהה מהרגיל, ולכן אין זה מצב אמיתי של חוסר. למעשה, התופעה מייצגת הסתגלות חיובית למאמץ, כיוון 'שעודף' הנוזלים גורם לירידה בצמיגות הדם ולשיפור בתפוקת הלב, לעלייה בתניגודת להתייבשות וביכולת ההזעה המרבית, ואם יש תוספת של כדוריות דם אדומות — גם לעלייה ביכולת נשיאת החמצן. יש להבדיל את תופעת האנמיה המדומה מאנמיה אמיתית,

ט ב ל ה 1: שלבי ההתהוות של אנמיה על רקע חסר ברזל בקרב נשים על-פי דגם המטולוגי

נוכחות האלמנטים בנסיוב/ שלב האנמיה	קצב ספיגת הברזל במעי	המוגלובין (16-12 ג'ד"ל)	ריווי טרנספריין (50%-20%)	יכולת קשירת ברזל (TIBC) (400-250 מק"ג/דצ')	ברזל (150-40) מק"ג/ד"ל	פריטין (150-12) נאנוג'מ"ל
אנמיה קדם-חביונית (Prelatent Iron Deficiency)	↑	—	—	—	—	↓
אנמיה חביונית (Latent I.D)	↑	—	↓	↑	↓	↓
אנמיה מחסר ברזל (Anemic I.D)	↑	↓	↓	↑	↓	↓

— = ללא שינוי, ↑ = עלייה, ↓ = ירידה, בסוגריים — ערכים תקינים.

נשים ספורטאיות נמוך מזה של נשים שאינן פעילות [10,7]. במחקרים שנערכו בספורטאיות ושחייניות מתבגרות [121,1], הודגמה שכיחות גבוהה יחסית לאנמיה על רקע חסר ברזל (עד כ-20%) ושכיחות גבוהה אף יותר למצבי חסר ברזל ללא אנמיה (עד כ-60%). במחקר עדכני שנערך במכון וינגייט בקרב ספורטאים וספורטאיות בגילאי 12-18, הודגמו בקרב הספורטאיות מאגרי ברזל המדולדלים בשיעור הגבוה כ-30% לערך לעומת קבוצת הבקרה [13].

### צריכת ברזל נמוכה

המקור היחיד לברזל 'חדש' לגוף הוא המזון, ומכאן חשיבותו הרבה. זהו הגורם המכריע ביותר לשמירה על מאזן ברזל תקין בקרב נשים [14]. חסר תזונתי בברזל, ויטמין B12 או חומצה פולית הם הגורם העיקרי לייצור מופחת של המוגלובין וכדוריות דם אדומות [4]. צריכת הברזל היומית המומלצת לכלל האוכלוסייה היא 15 מ"ג/יום עבור נערות ונשים בוגרות, ו-10 מ"ג/יום לנשים לאחר חדילת-אורח ולגברות. היות שתזונה מערבית ממוצעת כוללת כ-6 מ"ג ברזל עבור כל 1,000 קק"ל, עולה כי נשים זקוקות בממוצע ל-2,500 קק"ל על-מנת לספק לעצמן את מלאי הברזל הדרוש. ספורטאיות רבות ניזונות מכ-2,000 קק"ל/יום או אף פחות מכך, ובמיוחד אלה הנוטלות חלק בענפי ספורט המחייבים משקל גוף נמוך. וכך, במישלב עם חסרים תזונתיים נוספים (לדוגמה, סך אנרגיה או סידן), מופיע הסיכון לחסר ברזל [14]. נמצא, כי כ-80% מהרצות הבוגרות למרחקים ארוכים שצריכת הברזל היומית הממוצעת שלהן הייתה 12.5 מ"ג/יום, היו מאגרי ברזל נמוכים ללא ירידה בריכוז ההמוגלובין.

### ספיגת ברזל נמוכה

גם אם כמות הברזל הנצרך מספקת, עליו להיקלט דרך תאי המעי אל הגוף. עד 5% בלבד מהברזל שמקורו בצומח נספג בגוף לעומת עד 35% מבשר אדם. לדוגמה, נמצא כי ספורטאיות רבות הלוקות בחסר ברזל ניזונות מתפריט צמחוני, העני בברזל זמין. גורמים נוספים הקשורים לספיגת הברזל הוא הרכב הארוחה הנלווית: בעוד שבשר וויטמין C מעודדים ספיגת ברזל, הרי שתירובות צמחיות רבות (כולל קפה ותה) מעכבות את ספיגתו מהמזון.

בתגובה לחסר בברזל עולה בדרך-כלל יכולת ספיגתו על-ידי תאי המעי. אולם קיימות מספר עדויות המצביעות על דיכוי תגובת פיצוי זו בקרב ספורטאים. בקרב רצי סיכולת עם מחסור בברזל הייתה יכולת ספיגת הברזל 16% לעומת קבוצת בני-אדם לא

עקב הרקע השונה שלהן. במצב זה מאגרי הברזל תקינים, ואין יתרון לטיפול בתוסף ברזל [5].

### פעילות גופנית ומאזן הברזל

בזמן ביצוע פעילות אירובית, כגון הליכה, ריצה, שחייה או רכיבה על אופניים, עיקר האנרגיה לפעילות השריר מסופקת על-ידי חילוף-חומרים הצורך חמצן. רמת המאמץ האירובי המרבי מוגבלת על-ידי היכולת לספק חמצן לשריר ויכולת השריר לנצל בתהליך הנשימה התאית. אספקת החמצן לשריר תלויה ביכולת מערכת-הנשימה, הלב, כלי-הדם וכדוריות הדם לפעול ביעילות. כשל בכל אחד ממרכיבים אלה, לדוגמה ריכוז ההמוגלובין בדם, עלול להוות גורם מגביל ולפגוע בביצועים האירוביים בספורטאים בריאים.

במצב תקין נוהג גוף האדם בחסכנות יתרה כלפי מאגרי הברזל שבו: הוא מפעיל מערכת מיחזור יעילה, וכמות יומית קטנה מאוד מספיקה לכיסוי האובדן. בעוד שגבר בוגר מאבד 1 מ"ג ברזל ליום דרך השתן, העור ומערכת-העיכול, הרי שבקרב נשים האובדן הממוצע הוא כפול בשל המחזור החודשי. כדי שמאזן הברזל ישמר תקין, על כמות הברזל הנספגת מהמזון להשתוות לכמות המופרשת מהגוף או להיות גבוהה ממנה. בספורטאים מתקיימים מספר גורמים ייחודיים לאיבוד ברזל, התלויים באופי הפעילות ובאורח-חיו של הספורטאי [9,6]. שלוש קבוצות נמצאות בסיכון מוגבר: רצים למרחקים ארוכים, צמחוניים ונשים [1]. מספר הסברים קיימים לחסר ברזל בקרב ספורטאים, חלקם דרך צריכה או ספיגה מופחתת, וחלקם במספר מנגנוני אובדן מוגבר.

### חסר ברזל

מחסור בברזל הוא המחסור התזונתי הנפוץ ביותר במדינות המערב [1]. ירידה בכמות הברזל בגוף מובילה לשינויים הדרגתיים במדידים שונים הניתנים למדידה בנסיוב (טבלה 1), וכך ניתן לעמוד על חומרת החסר. אם בתחילה מתרחש דילדול של מחסני הברזל בלבד, הנמדדים על-ידי רמות פריטין, הרי שבשלבם המתקדמים יותר מופיעה האנמיה האופיינית. השכיחות של חסר ברזל ללא אנמיה בקרב אוכלוסיית ארה"ב היא כ-30% בנשים ו-39% בקרב נערות מתבגרות, ואילו שכיחות אנמיה על רקע חסר ברזל בקרב שתי הקבוצות קטנה מ-6% [9]. האנמיה נפוצה יחסית בקרב נערות ונשים, אך שכיחותה גבוהה יותר בקרב אלה המבצעות פעילות גופנית מאומצת המלווה בשמירה על משקל גוף נמוך [5]. קיימות עדויות לכך, שמאזן הברזל בקרב

ריכוז ההפטוגלובין בנסיוב יורד (חלבון המוביל המוגלובין מהדם לשם מיחזור בכבד), עולה חשד לתמסידם. עודפי ההמוגלובין שלא נקשרו מופרשים בשתן, וכך אובר הברזל מהגוף. בקרב שחקני כדורגל מקצוענים היו ריכוזי ההפטוגלובין במהלך עונת האימונים נמוכים משמעותית בהשוואה לקבוצת בקרה [21] — מימצא המעיד על תמסידם. ריצה על משטחים קשים ובנעליים שאינן מתאימות לכך מחמירה תופעה זו, ולכן מומלץ לשים דגש על מסלול ריצה נוח, כגון חול, אדמה או דשא, ונעילת נעליים עם יכולת ספיגת זעזועים. בענפים שבהם נדרשת נשיאת משקל הגוף נמצא יחס ישר בין קצב תמסידם לבין משקל הגוף; Ashenden וחב' [22] השוו בין רמות הפריטין בתחילת עונת האימונים לבין תקופה שבה בוצעו אימונים עצימים, ומצאו כי הירידה ברמת הפריטין בקרב חותרות (המבצעות מאמץ ללא נשיאת משקל גופן) הייתה קטנה יותר בהשוואה לירידה שניצפתה בכדורסלניות, הנושאות את משקל גופן (ירידה ממוצעת של  $P < 0.1$  25% בהשוואה לתחילת העונה). מנגנון אפשרי נוסף הוצע על-ידי Carlson וחב' [19], שגרסו כי אימון גופני עצימים, במיוחד בתחילת עונת האימונים, שבה עדיין אין הסתגלות לעומס, גורם לשיחרור אדרנלין המשפיע על הטחול להפריש חומר 'המוליטי' המגביר את שבירות כדוריות הדם. קיימות תיאוריות נוספות המשייכות את הופעת ההמוגלובין בשתן לחסר בויטמין C, לאיספיקת כליות, לחזרה לקריה של דם לוורידים, וכן לעליית חומציות הדם וטמפרטורת הגוף במאמץ. אולם תיאוריות אלה טרם בוססו די צורכן [23,12].

### החיידק H. Pylori

גורם נוסף לאנמיה בקרב ספורטאים הוא זיהום בחיידק H. Pylori. שכיחות הזיהום בחיידק זה בקרב נעורות ספורטאיות הייתה כפולה לעומת קבוצת בקרה, ונמצא כי זו העלתה פי 3 את הסיכון ללקות באנמיה מחסר ברזל [24]. מנגנון האנמיה במצב זה אינו ברור, וככל הנראה אינו נגרם מתת-ספיגה של ברזל או מדימום במערכת-העיכול.

### ספורטאיות נמצאות בסיכון מוגבר לחסר ברזל

נשים העוסקות בספורט מאומץ נמצאות בסיכון מוגבר יחסית ללקות בחסר ברזל ואנמיה. במחקר שנערך בקרב שחקניות הוקי, נמצאה ירידה מתמשכת בערכי הפריטין לאורך עונת האימונים וחזרה לערכים תקינים בתקופת הפגרה [25]. מימצאים אלה חוזקו בתוצאות מחקר שבו נערך מעקב אחר קבוצת כדורגל מקצוענית [26]. בקרב תלמידי מכללה לקו 16% מהספורטאים ו-20% מהספורטאיות בתקופת התחרויות בחסר ברזל ללא אנמיה [28,27].

למנגנונים העיקריים לחסר ברזל בנשים הם איבוד דם בעת המחזור החודשי וצריכה נמוכה יחסית של ברזל בתזונה (עקב בחירת מזון שונה לעומת גברים או שכיחות מוגברת של הפרעות אכילה) [30,29] — כל זאת בנוסף למנגנונים האפשריים שדווחו לעיל.

המחזור החודשי הוא המקור העיקרי לאיבוד ברזל בקרב נשים פעילות ושאינן פעילות. נפח הדם הממוצע האובד בתקופת

פעילים עם מחסור בברזל שהודגמה בהם יכולת ספיגה של 30% [15]. לא ברורה הסיבה לירידה זו ביכולת ספיגת הברזל בספורטאים.

### איבוד ברזל דרך מערכת-העיכול

דימומים במערכת-העיכול הם תופעה נפוצה בקרב רצי סיבולת, רובם סמויים. במחקרים שונים נע שיעור הרצים עם דם סמוי בצואה לאחר תחרויות בטווח של 8% עד 85% מכלל הרצים [17,16,6]. לאחר תחרות נמצא דם גלוי בצואה בקרב 2% מרצי מרתון וטריאתלון [8]. הדימום נפוץ יותר לאחר תחרויות לעומת אימונים, וככל הנראה קשור לעצימות המאמץ וללחץ הנפשי [6]. Lampe וחב' [18] הראו, כי נשים שהוציאו בפעילות גופנית יותר מ-600 ק"ל ליממה איבדו מ"ג אחד של ברזל מדי יום — כמות כפולה לעומת הוצאה של 100 ק"ל ליממה.

הדימום ממערכת-העיכול נגרם ככל הנראה עקב היצרות כלי-הדם, המפחיתה אספקת הדם למעי בכ-80% במהלך מאמץ ארוך [6]. ספורטאים החווים תסמינים של מערכת-העיכול במאמץ (כגון שילשול והתכווצויות) מאבדים דם רב יותר — ככל הנראה עקב תנועת המעי בחלל הבטן. נטילת תרופות, כגון נוגדי-דלקת וסטורואידים אנאבוליים, עלולה אף היא להגביר את איבוד הדם ממערכת-העיכול [6,5].

### איבוד דם וברזל בשתן

אזור נוסף בגוף שממנו נגרם אובר ברזל הוא מערכת-השתן, ודרכה אוברים המוגלובין או תאי דם אדומים שלמים לאחר תמסידם. המטוריה זו אופיינית לענפי ספורט הכרוכים במגע גופני (עקב פגיעות בכליות) ובסיבולת (עקב נזקים זעירים כתוצאה מחבטות אותן סופגת שלפוחית-השתן במהלך הריצה) [6]. מנגנון נוסף בספורטאי סיבולת — ירידה בורימת הדם לכליות במהלך פעילות גופנית, כדוגמת הירידה באספקת הדם למערכת-העיכול, הגורמת לאיספיקת כליות ולהיפוקסיה. היצרות כלי-הדם בכיליה עלולה לגרום להגברת לחץ הסינון בפקעיות, לסינון-יותר של חלבונים (אלבומין, המוגלובין) ולהגברת נוכחותן של כדוריות-דם אדומות בשתן [19,6]. נראה כי קיים קשר בין תופעה זו לעצימות האימון, וכי היא הפיכה.

### איבוד ברזל בזיעה

הזעה היא דרך נוספת לאיבוד ברזל. נמצא כי אובר ברזל הממוצע בזיעה בקרב רצות במהלך אימון הוא 0.28 מ"ג לשעת מאמץ [20]. כמות הברזל המופרש בזיעת אדם לא פעיל אומנם קטנה, אך נמצא כי בקרב ספורטאי סיבולת מגיע אובר ברזל ל-2 מ"ג, בשל ההזעה הרבה במהלך האימונים [6]. באופן זה נגרם אובר של כחמישית מכלל אובר ברזל [5].

### תמסידם (Hemolysis)

במהלך ריצה ממושכת נגרמים נזקים לנימי הדם בכף-הרגל כתוצאה מהמיפגש עם הקרקע, ובעיטים נשברות כדוריות הדם האדומות — תופעה המכונה "foot-strike hemolysis". כאשר

מאמץ, כאבי-ראש, עייפות, שינויים בתאבון והתכווצויות שרירים, המאפיינים גם מצבי אנמיה [3]. מתן ברזל במקרי חסר גם ללא אנמיה, יכול לשפר יכולת ביצוע במאמץ.

### איתור ואיבחון של חסר ברזל

בדיקה לאיתור חסר ברזל, הנערכת על בסיס שנתי כחלק ממערך הבדיקות המקדימות לעונת האימונים, מומלצת לכל ספורטאית בשל שכיחות התופעה. אם הבדיקה אינה ניתנת לביצוע, יש להעדיף בדיקות לספורטאיות הנמצאות בקבוצת סיכון גבוהה ללקות בחסר ברזל, כגון צמחוניות, בעלות דם וסתי רב או רצות למרחקים ארוכים. יש להתחשב ביחס עלות-תועלת של הבדיקות השונות במטרה לגבש הליך איבחון יעיל, אמין ובעלות נמוכה. לדוגמה נמצא, כי בדיקת רמת הפריטין מועדפת על-פני נוסחת תאי-דם כללית או מתן תוסף ברזל באופן אמפירי [33].

בחדש לאנמיה יש לשלול בראש ובראשונה אנמיה מדומה, ולכן ניתן לחזור על נוסחת תאי-דם לאחר 3-5 ימי מנוחה ולצפות כי השפעת המיהול תיעלם [2]. כאשר מתעורר חשד לאנמיה על רקע חסר ברזל, יש לתשאל לגבי הרכב התזונה ונטילת תוסף ברזל, איתור דימומים בהפרשות, ענף הספורט שבו עוסקת הספורטאית, שינויים קיצוניים בתוכנית האימון וכן נטילת תרופות נוגדות-דלקת, המגבירות שכיחות של דם מדרכי-העיכול [5,2]. בבדיקות המעבדה מבוצעת בדרך כלל נוסחת תאי-דם כללית, עקב זמינותה. אולם אנמיה היא שלב מתקדם של חסר ברזל, בעוד שאנו מעוניינים לאבחן חסר ברזל קודם לכן. ריכוז הפריטין הוא סמן מעבדתי חשוב: רמה נמוכה מ-12 נאנוג/מ"ל מייצגת התרוקנות מוחלטת של מאגרי הברזל [34,5]. רמת פריטין בנסיוב תהיה נמוכה בשלבים מוקדמים של חסר ברזל, עוד לפני הופעת האנמיה, וכמובן שתהיה נמוכה בעת אנמיה מחסר ברזל. ריכוז הפריטין מהווה מדד מהימן ומספק לאיבחון ברוב הנבדקים, למרות שקיימים מדדים המטולוגיים רגישים יותר לחשיפת מחסור בברזל. ערכי הפריטין עשויים להשתנות במצבי זיהום ודלקת במחלות כבד ועוד, ויש להביא זאת בחשבון בעת ביצוע הבדיקה [35]. פעילות גופנית כשלעצמה עשויה להשפיע על רמות הפריטין ומדדי הברזל האחרים בנסיוב: במהלך אימונים עצימים יורדות רמות הפריטין, ואילו ריכוז הברזל בנסיוב וריכוזי הטרנספרינ עולים [26]. מצב זה הפך לאחר הפסקת האימונים. לכן, רצוי למדוד את רמות הסמנים השונים לפני העונה, על-מנת לאפשר השוואה לקו הבסיס בהמשך. אם עולה חשד לחסר ברזל, ניתן לבצע אלקטרופורזה של המוגלובין לאיתור תלסמיה, המתבטאת אף היא כאנמיה מיקרוציטית.

אם כן, קביעת רמות הפריטין וריכוזי המוגלובין מהווה מדד מהימן לאיבחון חסר ברזל עם או ללא אנמיה. ההסתייעות במדדים נוספים נועדה לקבוע אם השינוי במאזן הברזל בגוף מקורו בשינויים פיסיוולוגיים החלים בעקבות האימון הגופני או עקב גורם אחר [5].

### טיפול ותוסף ברזל

בעקבות נטילת תוסף ברזל חל שיפור בריכוזי המוגלובין וברמת הביצוע של ספורטאיות הלוקות בחסר ברזל — אנמיות ושאין

הווסת הוא 34 מ"ל (בטווח של 1.6 ועד 200 מ"ל בכל תקופת מחזור), ונדרשת כמות של כחצי מ"ג ברזל על-מנת להשלים אובדן זה [14]. נשים המאבדות מעל 60 מ"ל דם חשופות יותר למחסור בברזל. אמצעים למניעת הריון עשויים להשפיע על איבוד הדם במהלך תקופת המחזור: נטילת גלולות נגד הריון עשויה להקטין את איבוד הדם ב-50%, בעוד שהתקן תוך-רחמי עשוי להכפיל את אובדן הדם [31]. ניתן היה לצפות כי בקרב ספורטאיות עם אל-וסת תהיה שכיחות נמוכה יותר במחסור בברזל. אולם במחקר שנערך בקרב רצות מרתון נמצא, כי השכיחות הייתה דווקא גבוהה יותר בהשוואה לספורטאיות עם תקופת מחזור סדירה [32]. ההסבר לכך נובע, ככל הנראה, מתת-תזונה של ברזל בקרב אותן נשים עם אל-וסת, מימצא המדגיש את החשיבות של צריכת ברזל מספקת.

כפי שהוזכר לעיל, נשים העוסקות בספורט מאומץ מצויות בסיכון מוגבר לחסר ברזל ולאנמיה עקב מישלב של מספר מנגנונים: אובדן מוגבר דרך מספר אזורי גוף, ובמיוחד המחזור החודשי, וספיגה מופחתת עקב תת-תזונה של ברזל.

### אנמיה וחסר ברזל פוגעים בביצועים הגופניים

על-מנת לבצע מאמץ מרבי ביעילות, על כל מרכיבי מערכת הובלת החמצן — החל מהאוויר החיצוני וכלה בשרשרת העברת האל-קטרונים — לפעול ביעילות מרבית. בנוכחות אנמיה נפגעים ביעוים אירוביים ממושכים, וערכי צריכת החמצן המרביים (צח"מ — מדד ליכולת ביצוע מאמץ אירובי) נמוכים ב-20% מהתקין [19]. בנוסף, מתרחשת ירידה בהספק המכאני ובסיבולת האירובית, ולכן חלה עלייה בחילוף החומרים האנאירובי, בריכוז חומצת החלב ובעייפות בזמן מאמץ [6,5]. מימצאים כגון אלה חזקו את הסברה, כי אנמיה מהווה מיגבלה משמעותית לספורטאי סיבולת הנדרשים לפעול בעצימות גבוהה.

הגדרת ריכוז המוגלובין כבלתי תקין (לדוגמה, מתחת ל-12 ג/ד"ל בנשים), נקבעת על-סמך ערכים ממוצעים של כלל האוכלוסייה, ואין התייחסות לשינוי בריכוז לאורך זמן אצל הפרט. מכיוון שתקופת אימונים מלווה בשינויים בנפח הדם ובמאזן הברזל, יש להשוות את ריכוזי המוגלובין של נבדקת בזמן אימונים לגבול התחתון שלה עצמה, כפי שנמדד בתקופת הפגרה ללא השפעת האימונים. לדוגמה, ריכוז המוגלובין תקין לכאורה של 13 ג/ד"ל עלול להדגים 'אנמיה' יחסית עבור ספורטאית שלגביה נמדד גבול אישי תחתון של 13.5 ג/ד"ל. כך, ריכוז המוגלובין שנמצא מבחינה טכנית בטווח התקין, עשוי להדגים אנמיה קלה העשויה להגיב לטיפול בתוסף ברזל.

האם מצב של חסר ברזל ללא אנמיה פוגם בביצועים גופניים? דילדול מאגרי הברזל, עוד בטרם תופיע פגיעה ברמת המוגלובין, אכן עלול לפגום בתיפקוד הגופני [6,5]: מספר תססים המכילים ברזל מצויים במעגל קרבס ובשרשרת העברת האלקטרונים במיטוכונדריון, וחסר בברזל עלול לפגוע בתיפקודם התקין ובקצב אספקת האנרגיה לשריר הפעיל. ירידה שכזו גורמת להפחתה בשיחזור האנרגיה דרך המסלול האירובי ולהגברת ייצור חומצת חלב דרך המנגנון האנאירובי. הירידה בפעילות מעגל קרבס עלולה להוביל לתסמינים נוספים, כגון ירידה ביכולת ביצוע

להעדיף ריצה עם נעליים המצוידות בסופגי זעזועים על-פני מישטח שאינו קשה, לצימצום תופעת תמס-הדם.

**לסיכום,** חסר ברזל הוא מחסור תזונתי נפוץ ביותר באוכלוסייה המערבית, בנשים בכלל ובקרב ספורטאיות בפרט. יש לנהוג ברגישות יתרה כלפי הספורטאיות, עקב מספר גורמי-הסיכון לחסר ברזל, למניעת הפגיעה בביצועיהן הגופניים או בבריאותן.

אנמיה מדומה היא סיבה שכיחה לריכוז המוגלובין נמוך בקרב ספורטאים. לעתים עשויות ספורטאיות ללקות באנמיה סמויה, קרי בריכוז המוגלובין נמוך יחסית לטווח התקין שלהן, אך בטווח התקין בכלל האוכלוסייה. מאחר שספורטאיות רבות מוגדרות כאנמיות על-פי טווחי ההמוגלובין התקינים של כלל האוכלוסייה, ייתכן כי נדרשת קביעת ערכים סגוליים עבור אוכלוסייה זו, שתהיינה תלויות במין, בגיל, בענף הספורט, וייתכן שאף ברמת האימון ובאופי תקופת האימונים/ פגרה. לחלופין, ניתן להסתפק בהשוואת מדדים המטולוגיים של כל ספורטאית במהלך העונה לאלו שנמדדו אצלה בתקופת הפגרה, המשקפים את המצב התקין שלה.

### ביבליוגרפיה

1. Beard J & Tobin B, Iron status and exercise. Am J Clin Nutr, 2000; 72 (suppl): 594s-597s.
2. Shaskey DJ & Green GA, Sport haematology. Sport Med, 2000; 29: 27-38.
3. Clement DB & Sawchuk LL, Iron status and sports performance. Sports Med, 1984; 1: 65-74.
4. Pate RR, Sports anemia: a review of the current research literature. Phys Sports Med, 1983; 11: 115-131.
5. Peterson D, Athletes and iron deficiency: is it true anemia or "sports anemia"? Patient and Fitness, 1997; 11: 24s-24ae.
6. Newhouse IJ & Dlement DB, Iron status in athletes. Sports Med, 1988; 5: 337-352.
7. Expert Scientific Working Group, Summary of report on assessment of iron nutritional status of the United States population. Am J Clin Nutr, 1985; 42: 1318-1330.
8. Eichner ER, Sports anemia, iron supplements, and blood doping. Med Sci Sports Exerc, 1992; 24 (Suppl): S315-S318.
9. Hunding A, Jordal R & Paulev PE, Runners anemia and iron deficiency. Acta Med Scand, 1981; 209: 315-318.
10. Brown R, McIntosh S & Seabolt V, Iron status of adolescent female athletes. Adolesc Health Care, 1985; 6: 349-352.
11. Parr R, Bachman L & Moss R, Iron deficiency in female athletes. Phys Sports Med, 1984; 12: 81-86.
12. Rowland T & Kelleher J, Iron deficiency in athletes: Insights from high school swimmers. Am J Dis Child, 1989; 143: 197-200.
13. Constantini NW, Eliakim A, Zigel L, Yaaron M & Falk B, Iron status of active adolescents: Evidence of depleted iron stores in gymnasts. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2000; 10: 62-67.
14. Haymes EM, Dietary iron needs in exercising women: a rational plan to follow in evaluating iron status. Med Exerc Nutr Health, 1993; 2: 203-212.

אנמיות [37,36,34,26,8]. לדוגמה, במחקר שבו נבדקה השפעת תוספת ברזל על יכולת ביצוע מאמץ בקרב ספורטאים וספורטאיות עם רמות פריטין נמוכות, אך ללא אנמיה, נמצא כי 12 שבועות טיפול הביאו לשיפור ביכולת ביצוע מאמץ אירובי, ללא שיפור בשיעור הרטיקולוציטים או במדדים המטולוגיים אחרים [37]. ההשפעה הייתה דומה על שני המינים, וככל הנראה לא נבעה משינוי ביכולת נשיאת החמצן בדם, אלא מניצול מוגבר שלו בשריר. עם זאת, מתוצאות מחקרים אחרים עולה כי לא חל שיפור ביכולת ביצוע מאמץ [39,38], וייתכן שאי-המיתאם בתוצאות נובע מהבדלים מתודולוגיים: אוכלוסיות המחקר, מינונים, סוג התוסף, משך הנטילה, והבדלים בפעילות הגופנית או בתזונה.

טיפול בחסר ברזל כולל מתן תוסף ברזל, מאחר שקשה מאוד להגיע לצריכת ברזל מספקת דרך המזון בלבד. המינון המקובל לטיפול באנמיה נע בין 50-100 מ"ג ברזל [40]. קצב העלייה הצפוי של רמת ההמוגלובין לאחר 4-6 שבועות טיפול הוא 1 ג/ד"ל, ותיקון ניכר בריכוזו מתקבל לאחר כחודשיים. בקרב ספורטאיות נדרשת הגעה לרמת פריטין של 20 נאנוג/מ"ל [40,28,8]. תוך מספר ימים מופיעות כדוריות דם צעירות בדם ההיקפי — מימצא העשוי להתקיים מספר חודשים עד למילוי מאגרי הברזל. טיפול מתאים בזיהום ב-H. Pylori, ללא מתן תוסף ברזל, שיפר את מאזן הברזל והמדדים ההמטולוגיים [24].

למרות שלא ברור אם חסר בברזל בקרב ספורטאיות אכן גורם לפגיעה בביצועים הגופניים, מומלץ לתת תוסף ברזל לאוכלוסייה זו, כיוון שלעתים קיים קושי באיבחון אותן נשים עם אנמיה "יחסית" — כאלה שגבול ההמוגלובין התחתון שלהן גבוה מהתקין באוכלוסייה. נמצא כי נשים רבות עם חסר ברזל שהוערכו כלא-אנמיות הגיבו לטיפול בברזל, והודגמה בהן עלייה בריכוז ההמוגלובין [40]. יחד-עם-זאת, אין המלצה למתן תוסף ברזל לכלל הספורטאים.

### מניעה

מאחר שמחסור בברזל עשוי לפגוע בתיפקוד ובביצועים הגופניים, והטיפול בו עשוי להיות ממושך ועם השפעות-לוואי, יש לנסות ולהקטין את ממדי התופעה. Peterson [5] גרס, כי ניתן לצמצם את תופעת החסר בברזל במספר דרכים. לדוגמה, צריכת ברזל שמקורו בבשר אדום עשויה להגביר את זמינותו הביולוגית במעי. אולם ספורטאיות צמחוניות המתנגדות לתוספת בשר לתפריטן חייבות ליטול תוסף ברזל. מאחר שחלבון מן החי מגביר את קליטת הברזל מהמזון באופן כללי, מומלץ לשלב עוף או פירות-ים יחד עם שעועית או אפונה. חומצה אסקורבית (ויטמין C) הניטלת יחד עם המזון עשויה אף היא להגביר את קליטת הברזל. לעומת זאת, חומצה טנית, המצויה בקפה או תה, עשויה להוריד את ספיגת הברזל. נטילת תוסף ברזל שלוש פעמים בשבוע עשויה לסייע לספורטאיות שאינן מסוגלות לבצע שינויים מספקים בתפריט, להעלות את צריכת הברזל השבועית הכוללת.

עבור נשים הנוטות לדמם רב במחזור הווסת, ניתן להמליץ על נטילת גלולות למניעת הריון או להימנע מהתקן תוך-רחמי. יש להימנע מנטילת תרופות העלולות לפגוע במשק הברזל, ויש

15. *Ehn L, Carlmark B & Huglund S*, Iron status in athletes involved in intense physical activity. *Med Sci Sport Exerc*, 1980, 12: 61-64.
16. *Baska RS, Moses FM & Graeber G*, Gastrointestinal bleeding during an ultramarathon. *Dig Dis Sci*, 1990; 35: 276-279.
17. *McCabe ME, Peura DA & Kadakia SC*, Gastrointestinal blood loss with a running a marathon. *Dig Dis Sci*, 1986; 31: 1229-1232.
18. *Lampe JW, Slavin JL & Apple FS*, Iron status of active women and the effect of running a marathon on bowel function and gastrointestinal blood loss. *Int J Sports Med*, 1991; 12: 173-179.
19. *Carlson DL & Mawdsley PH*, Sports anemia: a review of the literature. *Am J Med*, 1986; 14: 109-112.
20. *Lamanca J & Haymes E*, Effects of dietary iron supplementation on endurance. *Med Sci Sports Exerc*, 1989; 21: S77.
21. *Riesina A, Gatteschi L, Giamberardino MA & al*, Hematological comparison of iron status in trained top-level soccer players and control subjects. *Int J Med*, 1991; 12: 453-456.
22. *Ashenden M, Martin D, Dobson G & al*, Serum ferritin and anemia in trained female athletes. *Int J Nutr*, 1998; 8: 223-229.
23. *Puhl JL, Runyan WS & Kruse SJ*, Erythrocyte changes during training in high school women cross country runners. *Res Quart Exerc Soprt*, 1981; 52: 484-494.
24. *Choe YH, Kwon YS, Jung MK & al*, Helicobacter Pylori – associated iron deficiency anemia in adolescent female athletes. *J Pediatr*, 2001; 139: 100-104.
25. *Diel M, Lohman T & Smith S*, Effects of physical training and competition on the iron status of female field hockey players. *Int J Sports Med*, 1986; 7: 264-270.
26. *Escanero JF, Villaneuva J, Rajo A & al*, Iron stores in professional athletes throughout the sports season. *Physiol Behav*, 1997; 62: 811-814.
27. *Nickerson H, Holubets M & Weiler B*, Causes of iron deficiency in adolescent athletes. *J Pediatr*, 1989, 14: 657-663.
28. *Risser W, Lee E & Poindexter H*, Iron deficiency in female athletes: its prevalence and impact on performance. *Med Sci Sports Exerc*, 1988; 20: 116-121.
29. *Wheby MS*, A rational approach to the anemia workup. *Pt Care Apr*, 1996; 15: 158-179.
30. *Drinkwater B*, (ed). *Women in Sport*, vol. 11. London, Blackwell Science Ltd., 2000.
31. *Hallberg L & Rosander-Hulten L*, Iron requirements in menstruating women. *Am J Clin Nutr*, 1991; 54: 1047-1058.
32. *Deuster P, Kyle S & Moser P*, Nutritional intakes and status of highly trained amenorrheic and eumenorrheic women runners. *Fertil Steril*, 1986; 46: 636-643.
33. *Elliot DL, Goldberg L & Loblinzi M*, Management of suspected iron deficiency: a cost-effectiveness model. *Med Sci Sports Exerc*, 1991; 12: 1332-1337.
34. *Rowland T, Deisroth M & Green G*, The effect of iron therapy on the exercise capacity of nonanemic iron-deficient adolescent runners. *Am J Dis Child*, 1988; 142: 165-169.
35. *Staszewski H*, Iron deficiency on anemia. *Emer Med*, 1996; 3: 97-98.
36. *Yoshida T, Udo M & Chida M*, Dietary iron supplement during severe physical training in competitive female distance runners. *Sports Training Med Rehab*, 1990; 1: 279-285.
37. *Freidmann B, Weller E, Mairbaurel H & al*, Effects of iron repletion on blood volume and performance capacity in young athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33: 741-746.
38. *Dressendofer RH, Keen CL, Wade CE & al*, Development of runners anemia during 20 day road race: effect of iron supplements. *Int J Sports Med*, 1991; 12: 332-336.
39. *Eight LM*, "Sport anemia": does it exist? *Sports Med*, 1993; 16: 1-4.
40. *Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS & al*, Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. *Am J Clin Nutr*, 2002; 75: 734-742.