

Review



מגזין מכון תנובה למחקר

גיליון 59 יוני 2020

מים, נוזל החיים -
חשיבות פיזיולוגית
וקלינית

פרופ' בן-עמי סלע

מי השתייה ובריאות
הציבור - על מינרלים
בצל ההתפלה
ד"ר יניב שלמה עובדיה

שתיית מים,
הרזיה ומטבוליזם
צחי כנען

"משמעת מים" - לא
פחות ולא יותר
אסתר גונן

משק הנוזלים
במאמץ גופני
גיא שלמון



משולחן המערכת

תוכן העניינים

מים, נזל החיים - חשיבות פיזיולוגית וקלינית
פרופ' בן-עמי סלע

3

מי השתייה ובריאות הציבור - על מינרלים
בצל ההתפלה
ד"ר יניב שלמה עובדיה

8

שתיית מים, הרזיה ומטבוליזם
צחי כנען

12

"משמעת מים" - לא פחות ולא יותר
אסתר גונן

16

משק הנזלים במאמץ גופני
גיא שלמון

20

תיאור מקרה

23

"המים מהווים את העיקרון של כל הדברים" אמר תאלס (פילוסוף יווני) לפני למעלה מ-2500 שנים. המים מופיעים בפסוק השני בתנ"ך, המציין את נוכחותם הראשונית בבריאת העולם:

א בְּרֵאשִׁית בָּרָא אֱלֹהִים אֶת הַשָּׁמַיִם וְאֶת הָאָרֶץ. ב וְהָאָרֶץ הָיְתָה תֵהוֹ וְחָשֶׁךְ עַל פְּנֵי תְהוֹם וְרוּחַ אֱלֹהִים מְרַחֶפֶת עַל פְּנֵי הַמָּיִם.

מים. H_2O . תרכובת כה פשוטה, בה תלויים כל החיים המוכרים ביקום. המים מהווים כ-70% משטח כדור הארץ, ושיעור דומה ממשקל גוף האדם. המים הם הבסיס לחיים, לקיום כל הצמחים והאורגניזמים החיים. ניתן לחיות עשרות ימים ללא מזון, אך ימים ספורים בלבד ללא מים.

חשיבות המים כה גדולה ומשמעותית, שאפשר לתהות הכיצד לקח לנו 20 שנה ו-59 גליונות על מנת להקדיש לענין חשוב זה גליון. איוון צריכת הנזלים בגוף מתקיים הודות למנגנונים מתוחכמים, ולא בכדי, התייבשות ועודף של מים מהווים סכנת חיים.

על כך אמר מארק טווין "מים אינם גורמים כל רע למי ששותה אותם במתינות."

יחד עם זאת, המים אינם רק H_2O , הם מכילים אלקטרוליטים, שתכולתם תלויה במקור המים. לכן, ניתן להתייחס למים לא רק כמקור לנזלים, אלא גם כספק משמעותי של מינרלים רבים. סוגיה מהותית ביותר בארצנו, ההופכת להיות תלויה יותר ויותר באספקה של מים מותפלים.

קריאה מהנה

מים הם משאב יקר, כך גם כל משאבי הטבע שלנו. לכן, החל מהגיליון הבא, מגזין Review לא יודפס על נייר, ויופץ בפורמט דיגיטלי בלבד. הנחיות להרשמה לקבלת הדיורור הדיגיטלי בגב גליון זה.

טליה לביא
עורכת ראשית

פרופ' זמיר הלפרן
יועץ מדעי
מכון תנובה למחקר

Review

מגזין מכון תנובה למחקר



עורכת ראשית: טליה לביא
יועץ מדעי: פרופ' זמיר הלפרן
מנהלת הפרויקט: נגה שורץ
חברי מערכת: גלית שניר, נגה שורץ, פרופ' זמיר הלפרן, טליה לביא

כתובת למכתבים: תנובה, יגיע כפיים 21 פתח תקווה
health@tnuva.co.il

כל גליונות Review לרשותכם באתר שלנו:
www.tnuva-research.co.il



מגזין מכון תנובה למחקר - גיליון מס' 59, יוני 2020

2

מים, נוזל החיים - חשיבות פיזיולוגית וקלינית

פרופ' בן-עמי סלע

מכון לכימיה פתולוגית, מרכז רפואי שיבא, תל-השומר; החוג לגנטיקה מולקולרית וביוכימיה (בדימוס), הפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר, אוניברסיטת תל-אביב

מים הם יסוד החיים, ונוכחות מים היא זו שאפשרה את תחילת החיים בצורות הפרימיטיביות של יצורים חד-תאיים, ולאבולוציה של יצורים אלה לצורות חיים מפותחות יותר, עד להופעתו על הבמה של היצור האנושי.
רוב רובן של הריאקציות הכימיות והפיזיולוגיות כרוכות בנוכחות מים, ועל כן התלות של הגוף במים מובנת מאליה, ובשל כך, כנראה, מים מהווים חלק ניכר ממשקל הגוף והרכבו.

המטבוליזם של מים

המעבר של מים דרך הדופן של המעיין משמעותי ביותר, לא רק בהקשר של העברת מים הנצרכים פומית, אלא גם בעיכול פריטי מזון וחומרי תזונה, ובהגנה נגד פתוגנים. למעשה, קיים שיווי-משקל בין הפרשת מים במעי (דרך נוזלי הבלבל, המרה, הפרשת הקיבה והרוק), לבין ספיגת מים מהמעי לדם, שכן הפרעה בשיווי-משקל זה עלולה לגרום לשלשולים או לעצירות. ניסויים עם מקטעים של מעי כלבים הראו, שהפוטנציאל לספיגת מים שונה באזורי מעי שונים. באופן ספציפי, המעי הגס הוא בעל יכולת גדולה יותר של ספיגת תמיסה היפוטונית, בהשוואה למעי העקום (Ileum) או למעי הריק (Jejunum), כאשר ספיגת מים בתריסריון פחותה בנוכחות תמיסה היפוטונית (2). רוב המים הנכנסים למעיין נספגים במעי הדק, כאשר מסך נפח של 4 ליטר מים 3.25 ליטר נספגים במעי הדק, ורק 0.65 ליטר מים נספגים במעי הגס (3). למרות שמים עשויים לעבור דיפוזיה במידה מסוימת דרך ממברנת תאים, האופי ההידרופובי של הליפידים הדו-שכבתיים בממברנה מונע חדירה משמעותית של מים החיונית לתאים. יחד עם זאת, החלק העיקרי של מים החודרים לתאים מתבצע דרך מערכת תעלות ייעודיות כגון Aquaporins (4).

Aquaporins

המנגנון שמאפשר טרנספורט של מים, והאפשרות המשוערת של "נקבוביות מים", ריכוז עניין כבר משנת 1957 (5). ברוב התאים, מים חודרים אל תוך התאים ויוצאים מהם על ידי אוסמוזה דרך

לברט סיניט ג'ורג', חתן פרס נובל לרפואה בשנת 1937, התבטא פעם: "מים הם האם והתוכן של החיים, אין חיים ללא מים". חשיבות המים לקיום החיים ושמירת הבריאות ברורה מאליה. החיים על פני כדור הארץ עברו אבולוציה המבוססת על נוכחות של מים. אכן, כל מערכות החיים המוכרות תלויות במים כדי להישדך, שכן מים מייצגים את כל התכונות החיוניות לתפקוד תאים. מים מהווים ממס מעולה של יונים הנדרשים לאיתות עצבי, לפעילות אנזימים, למינרליזציה של תרכובות אורגניות, ולתפקוד של DNA. מים משתתפים גם באינטראקציות בין-מולקולריות חלשות כגון קשרי מימן, החיוניים להתקשרות בין חלבונים, ולראקציות הידרופוביות. מים פועלים גם בספיגת חום או באיבודו, ללא שינוי ניכר בטמפרטורה שעלול היה לגרום לנזק תאי או אף למות תאים. אחד האתגרים בהבנה של דרישת הגוף האנושי למים, נובע מחוסר העקביות בהמלצות הגלובליות באשר לצריכת המים. Shirreffs סקר את כמויות המים הנצרכות במספר מדינות במערב אירופה ובארה"ב, והתוצאות כדלקמן: בעוד שבגרמניה, בשוודיה ובהולנד גברים בגיל 19-60 שנה צורכים ביום בממוצע 2,546 מ"ל מים בממוצע, הרי שבארה"ב הצריכה היומית של מים בקרב גברים בגילים אלה היא, 3,467 מ"ל ליום. בין הנשים בהולנד ובשוודיה צריכת המים היומית הממוצעת 2,428 מ"ל, לעומת 2,867 מ"ל בקרב נשים בארה"ב. Shirreffs מציין שצריכת מים, צריכה להיות מבוססת על כמות המים היומית שהגוף מאבד בהפרשותיו וכן בהזעה, ולכן גורם חשוב באיבוד המים הוא הטמפרטורה הסביבתית-אקלימית, הפעילות הגופנית, והמאפיינים הפיזיולוגיים האינדיבידואליים. כפי שמסכם Shirreffs, "צריכת מים נמוכה אינה בהכרח גורמת להיפ-הידרציה, בה במידה שצריכת מים מרובה אינה כרוכה ישירות להיפ-הידרציה" (1).





פיזור מים בחללי הגוף

חללי הגוף הנוזליים באדם, כוללים את הנוזל התוך-תאי, המהווה 55% מכלל המים בגוף, והנוזל באזורים החוץ-תאיים שניתן לחלקו לנוזל התוך-וסקולרי או הפלזמה המהווה 7.5% מכלל הנוזל בגוף, לנוזל האינטרסטיציאלי (בין רקמתי) והלימפה המהווה 20% מנוזלי הגוף, ולנוזל ברקמת החיבור, בסחוס ובעצם, וכן לנוזל המיוצר על ידי תאים מפרשים. תנועת המים בגוף מושפעת בעיקר על ידי הלחץ ההידרוסטטי, הנגרם על ידי משאבת הלב, ובאופן חלש יותר על ידי הלחץ האוסמוטי הקולואידלי, הנוצר על ידי חלבונים הלכודים באזורים אינטרסטיציאליים. השפעה נוספת על תנועת מים בגוף נוצרת על ידי הלחץ האוסמוטי בפלזמה, המיוחס למולקולות מסיסות בדם.

הוויסות של מאזן הנוזלים בגוף

ההומאוסטאזיס של מים נשמר על ידי מנגנונים החשים בשינויים בנפח התוך-וסקולרי ובאוסמולליות של הפלזמה (12). השינויים בנפח התוך-וסקולרי נקלטים על ידי קולטנים היקפיים של לחץ ונפח, המשרים הפרשה של ההורמון האנטי-דיורטי Arginine vasopressin (ADH) מבלוטת יותרת המוח. בנוסף, תאים דמויי-ניורונים המכילים אוסמו-רצפטורים הממוקמים במערכת העצבים המרכזית (CNS), חשים בשינויים באוסמולליות בפלזמה, ומשרים אף הם שחרור של ADH, תוך השריית צמא. תגובה חשובה נוספת בוויסות של נוזלי הגוף היא של Angiotensin II. ההורמון זה עשוי לפעול ישירות על ידי גירוי הפרשת ADH ב-CNS, או באופן עקיף על ידי גירוי הפרשת Aldosterone, מה שמשרה שימור של נתרן, הגדלה באוסמולליות של הפלזמה, והגדלת הנפח החוץ תאי. ההורמון האנטי-דיורטי הוא גורם מפתח בפיזיולוגיה הכלייתית, בעידוד של ספיגה מחדש של מים בנפרון. באופן ספציפי, ההורמון האנטי-דיורטי נקשר לקולטן שלו בממברנה הפזו-לטראלית של תאי צינורית האיסוף העיקרית של הכליה, מה שמאחל רצף (cascade) של ראקציות המוליכות לטרנסלוקציה של תעלות Aquaporin 2 מהבועיות התוך תאיות לממברנה האפיקלית (החיצונית), והופכות ממברנה זו חדירה למים (13).

צמא

צמא הוא המניע הפיזיולוגי של צריכת מים, אך בעולם המודרני הזמינות של משקאות שונים ומידת הערבות שלהם, חשובים גם כן. Kavouras מבדיל במחקריו בין צמא החיוני להישרדות, לבין הידרציה ראיה (14). הוא מציג ראיות שאפילו כאשר אנשים פעילים מבחינה גופנית מתחילים בפעילות ספורטיבית בעצימות גבוהה כאשר גופם מצוי בהיפ-הידרציה, הם אינם שותים דיים כדי להביא להידרציה מאוזנת. כך, שלמרות שצמא עשוי להיות חיוני להישרדות, אין בו כדי להניע אותנו להגיע לדרגת הידרציה רצויה. Bankir ו-Thornton חקרו את הבקרה ההורמונלית של צמא, כמו גם את בקרת הכליות על מאזן המים, ואת ההפרשה של ההורמון Vasopressin או ADH (הורמון אנטי-דיורטי) המופרש מבלוטת יותרת המוח, כתגובה להגברת האוסמולליות הנגרמת מדה-הידרציה תוך-תאית, או על ידי Angiotensin II המופרש בכליות בתגובה לדה-הידרציה חוץ-תאית.

באופן נורמלי צמא מתקן את דה-הידרציה התוך-תאית והחוץ-תאית. יחד עם זאת, מחקרים על צריכת נוזלים באוכלוסיות שונות מצביעים על כך, שהתנהגות האדם לא תמיד תואמת את הצורך בנוזלים, והיא יכולה להתעלם ממנגנוני הצמא הנורמליים. Bankir סבור שתפקיד הכליות בבקרה על מאזן הנוזלים, קשור לתפקידם בריכוז השתן (15). ההורמון ADH משחק תפקיד מפתח בריכוז השתן, מה שמאפשר לכמות מים גדולה יותר לעבור ספיגה מחדש

שכבת הפוספוליפידים בממברנה. בגין החדירות הגבוהה למים של מספר סוגי תאי אפיתל, שררה זמן רב הסברה שקיים מנגנון נוסף המעביר מים דרך ממברנות, ומעביר אותו על ידי דיפוזיה בשכבת הפוספוליפידים הממברנלית. בשנות ה-50 המאוחרות של המאה ה-19 התבצע מחקר חלוצי על חדירות מים דרך ממברנות. במרווח 20 השנים הבאות, הדגישו מחקרים לא רק את חשיבות תעלות המים, אלא אף יצרו תאוריות מגוונות על מנגנוני פעילות אפשריים של תעלות אלו (6). בשנת 1990 הייתה פריצת דרך של Verkman וחב' בהדגמה שהמרכיב העיקרי של תעלות המים הוא למעשה חלבון במשקל מולקולרי של 28,000 דלטון.

רק בשנת 1992 דיווח Peter Agre מאוניברסיטת Johns Hopkins על ה-Aquaporin הראשון, AQP1 (שכונה במקור 28 chip) (7). בשנת 1999 פרסם Agre לראשונה תמונות ברזולוציה גבוהה של המבנה התלת-ממדי של AQP1 (8), ומחקרים בהמשך, תוך שימוש בסימולציות על-מחשבות, זיהו את המסלול של מים העוברים דרך התעלה, והדגישו כיצד הנקב (pore) מאפשר למים לעבור דרך הממברנה ללא הזדקקות למעבר של מומסים קטנים (9). המחקר החלוצי וגילוי תעלות המים זיכה את Agre בפרס נובל לכימיה בשנת 2004. על פי עדותו של Agre עצמו גילוי ה-Aquaporin היה מקרי לחלוטין: הוא היה שקוע במחקר על האנטיגנים של קבוצת הדם Rh, ובעת בידוד מולקולת Rh נספחה תמיד מולקולה שנייה בת משקל מולקולארי של 28,000 דלטון. היא הופיעה תמיד במבנים של אבוביות הכליה, או בתאי-דם אדומים, והיא הופיעה במגוון של רקמות כגון מוח של זבוב הפירות, חיידקים, ועדשת העין כמו גם בצמחים (Mitsuoka וחב' ב-J Struct Biol משנת 1999). הדיווח הראשון על הטרנספורט על ידי חלבון של מים דרך ממברנות היה של החוקר הרומני Benga (10) אשר הדגים תהליך זה בכדוריות אדומות. קיימים 13 סוגים של AQPs, כאשר 6 מתוכם ממוקמים בכליות.

תנועת מים במערכת העיכול מווסתת על ידי גרדיאנטים אוסמוטיים, כאשר ספציפית ספיגת מים במעי כרוכה בעיקר עם תנועת יוני נתרן, ואילו הפרשת מים במעי תלויה בעיקר בתנועה של יוני כלוריד. קשרים אלה לתנועת יונים פחות חיונית במעי הגס, בו אפילו מים מזוקקים יכולים להיספג.

המים בגוף האדם

בבני-אדם מבוגרים תכולת המים בגוף מהווה 59% בגברים ו-56% בנשים בממוצע. הבדל גדול נצפה בין קבוצות הגיל השונות, כאשר לתינוקות תכולת המים בגוף גדולה יותר. הבדלים אלה בתכולת המים ניתן לייחס להבדלים בהרכב הגוף, כיוון שיש הכרה בכך שסטטוס ההידרציה של מסת הגוף החופשית משומן, אינו משתנה בגילאים שונים או במגדר שונה. מאזן המים בגוף נשמר בקפדנות רבה, כדי למנוע תרחיש של חסר מים, שעלול לנבוע מאי-צריכה מספקת של מים, או מאובדן מים במצבי חום והזעה מוגברת, כמו גם בשלשולים ממושכים.

תפקידי המים בגוף האדם

נוזלי גוף משרתים מגוון של תפקידים כולל תפקידי מפתח בעיכול מזון, ספיגה וטרנספורט של מרכיבים תזונתיים במזון, יצירה ושמידת יציבותם של מבנים תאיים, והרחקה מהגוף של תוצרי פסולת ושל רעלנים. מים משמשים ממס בראקציות ביוכימיות, וחשיבותם בתרמו-רגולציה של הגוף, כמו גם בסיכה של חללים במפרקים. כיוון שמים מהווים מרכיב עיקרי בתאי הגוף, חדירתם לתאים ועזיבתם את התאים מהווים מפתח בהשפעה על נפח התאים, שחשיבותו במגוון רחב של פעילויות תאיות כגון טרנספורט אפיתליאלי, מטבוליים, הפרשת הורמונים, נדידת תאים, שגשוג וריבוי תאי, או אף מוות תאים.

המחקר החלוצי

וגילוי תעלות המים

זיכה את Agre בפרס

נובל לכימיה בשנת

2004. על פי עדותו

של Agre עצמו גילוי

ה-Aquaporin היה

מקרי לחלוטין: הוא

היה שקוע במחקר

על האנטיגנים של

קבוצת הדם Rh,

ובעת בידוד מולקולת

Rh נספחה תמיד

מולקולה שנייה בת

משקל מולקולארי

של 28,000 דלטון





נראה שצורכי
המים בכמות
מעטה הם בעלי
יכולת מוגברת
לרכז את השתן
על מנת לשמור
על מאזן מים
תקין, למרות
צריכת המים
הנמוכה שלהם

סוגיות של דה-הידרציה במהלך החיים, כולל מניעת מחלות

במחקרים שבחנו שלבי חיים שונים, עלתה סוגיית דה-הידרציה בילדים, במתבגרים, בנשים ובקשישים. Moreno וחב' במחקר משנת 2015 (18) בחנו צריכת משקאות שונים, והגיעו למסקנות הבאות: בכלל האוכלוסייה נצרכים ביום בממוצע 738 מ"ל מים, 212 מ"ל חלב, 168 מ"ל משקאות קלים (מוגזים ובלתי מוגזים) ו-128 מ"ל מיצים. מתבגרים צורכים הרבה פחות חלב, והרבה משקאות קלים בהשוואה לילדים ולמתבגרים. צעירים צורכים הרבה יותר משקאות קלים בהשוואה לצעירות. בממוצע, מים נצרכים הרבה יותר בקרב ילדים ומתבגרים, וישנם הבדלים משמעותיים בצריכת נוזלים שונים בין ארצות שונות. במספר ארצות צריכת משקאות קלים הייתה אף גבוהה יותר מצריכת מים בקרב צעירים, מה שמחייב פעולה חינוכית והסברתית נמרצת לתקן עיוות זה. נראה ממחקר זה שקבוצת הגיל בה שינוי במנהגי השתייה חיוני ביותר, הם המתבגרים. במחקר השתתפו למעלה מ-2,700 מתבגרים באירופה, ונמצא שמשקאות קלים עתירי-סוכר הם הנצרכים ביותר בקבוצת גיל זו, ורק 12% שותים מים במהלך היממה.

במחקר אחר של Gomez וחב' (19) תוארה התערבות מעניינת בקרב נשים צרפתיות כיוון שהן סולדות משתיית מים. נשים נחשבות כצורכות של מים בכמות הנמוכה ביותר (1.2 ליטר נוזלים ביום, מתוכם פחות מ-300 מ"ל מים). כדי להגביר צריכת מים בקרב נשים,

באבוביות הכליה, לאורך רוב ההיסטוריה האנושית, הצורך לשמור מים היה חיוני להישרדות, אך בימינו אלה עם כמויות מים מספיקות לרוב האנשים, הכליה פועלת נמרצות להפריש בשתן מומסים דוגמת פסולת שתנן (Urea) או תרכובות חנקניות. צריכה של כמויות ראויות של נוזלים, מסייעת לכליות לשטוף חומרי פסולת בשתן, ולמנוע את הנוק שחומרים אלה היו יכולים לגרום לכליות. אנשים רבים, ובעיקר אתלטים, צורכים דיאטה עתירת-חלבונים, או שהם אף צורכים תוספי חלבונים, ואלה חייבים לשתות נוזלים בכמות מספקת על מנת למהול את הפסולת החנקנית, מה שחשוב לתפקוד הכליות ולבריאות לטווח ארוך.

Armstrong ו-Johnson השוו צורכי מים בכמות גדולה לאלה המקמצים בשתיית מים, באשר ליכולתם לווסת את כמות המים בגוף (16). שתי קבוצות אלה השתתפו בניסוי שנמשך 4 ימים, אשר במהלכו צורכי המים המעטים עברו לשתיית מים מרובה, ולהיפך, כאשר במהלך הניסוי נמדדו מדדי הידרציה שונים כמו גם תחושת הצמא. החוקרים מצאו שמשתתפי הניסוי משתי הקבוצות, שמרו על דרגת הידרציה נורמלית לאורך הניסוי. נראה שצורכי המים בכמות מעטה הם בעלי יכולת מוגברת לרכז את השתן על מנת לשמור על מאזן מים תקין, למרות צריכת המים הנמוכה שלהם. Klein ו-Perrier תארו במחקרם את ההשפעות קצרות הטווח של שתיית מים מוגברת, ואת האתגרים של מדידת הידרציה במסגרת קלינית. למרות שלא קיים קריטריון סטנדרטי למדידת הסטטוס של הידרציה, מספר מדידות כגון נפח איסוף שתן של 24 שעות, דרגת האוסמולליות בפלזמה ובשתן, המשקל הסגולי של השתן והגיון שלו, יכולים לסייע לקביעת ההידרציה (17).





הידרציה מתונה עד חריפה מעודדת תופעות לא רצויות של המערכת הקרדיו-וסקולרית, כגון הפחתה בנפח פלזמה הדם. השפעות אלו מגדילות את קצב הלב, על מנת לשמר את תפוקת הלב.

באיברים ההיקפיים, דה-הידרציה מפחיתה את זרימת הדם בעור, וכן היא מפחיתה את ההזעה, ובכך היא מעלה את טמפרטורת הגוף.

כאשר רמות המים מגיעות לדרגת חסר, חל תיקון מהיר על ידי הפחתת איבוד המים, תוך עידוד צמא, במנגנון שיפורט בהמשך. השפעות ארוכות-טווח של חסר מים נחקרו כבר בשנת 1944. באחד מהניסויים הללו השתתפו חיילים בריאים שנכפה עליהם צום רצוף של אכילה ושתייה למשך 6 ימים. נמצא שאיבוד המים בקרב משתתפי הניסוי מתבצע במהלך דו-פאזי: במהלך 48 השעות הראשונה איבוד המים התרחש בעיקר מהחללים החוץ-תאיים, ולאחר מכן איבוד המים היה מתוך התאים עצמם. שתייה של תמיסה היפוטונית של נתרן, כאשר האדם מצוי במצב של דה-הידרציה, הביאה להפחתת ההפסד במים, ותוצאה זו הושגה גם כאשר הייתה צריכה של פחמימות. במקרה של צריכת מלח, שמירה על מאזן חיובי של מים חיונית לשמור על רמת אלקטרוליטים תקינה בפלזמה, בעוד שבמקרה של צריכת פחמימות פוחת הצורך להרחיק תוצרי חנקן המתקבלים מפירוק חלבונים, המתרחש במקרי צום.

טוקסיות ("הרעלת מים")

רוב חומרי המזון עלולים לגרום לרעלנות, אם הם נצרכים ברמה העולה על הסף הקריטי המומלץ. לגבי מים, לא נקבע סף עליון כזה, מתוך הנחה שכליות מתפקדות היטב תדענה להרחיק ביעילות עודף מים. יחד עם זאת, בנסיבות מסוימות צריכה מסיבית של מים עלולה לעורר רעלנות.

במטופלים פסיכיאטריים, ובעיקר באלה עם סכיזופרניה, שתייה מוגזמת של מים היא תופעה מוכרת, מה שעלול לגרום להיפונתרמיה, תרחיש המוכר גם כ"הרעלת מים". למרות שסוג זה של היפונתרמיה כרוך בדרך כלל עם אי היכולת להפריש מים, כתוצאה מפגיעה כללית, או מאי-תפקוד של ההורמון האנטי-דיורטי. יש מצבים בהם לוגמים כמויות כה גדולות של מים, באופן העולה על יכולת הכליות להפרישם. סוג כזה של היפונתרמיה עלול לגרום לבצקת במוח, ולתופעות כגון בחילה, הקאות, מצב בלבולי חריץ (Delirium), שיגשון (Ataxia), פרכוסים ותרדמת, שעלולים להחמיר את התסמינים הפסיכיאטריים של מטופלים אלה.

הרעלת מים עם היפונתרמיה, עלולה להופיע גם במצבים קליניים רבים, בהם קיים פגם כליתי ראשוני בהפרשת מים, אך מצבים אלה אינם קשורים לצריכת נוזלים.

תוך התבססות על נתוני ה-National Health & Nutrition Examination Survey בשנים 1988-1994, 99% מהגברים בגיל 31-50 שנה צורכים 1.8 ליטר נוזלים מדי יום, ובמחקר נוסף, 44 גברים בגיל 55-75 שנה, הגבירו את צריכת המים שלהם ב-2 ליטר ליום לתקופה של חודשים, מה שהביא לשיפור התפקוד של מערכת הובלת השתן התחתונה שלהם. לסיכום, כיוון שמצב של היפונתרמיה הוא נדיר, המכון האמריקני לבריאות (IOM) לא קבע ערך סף עליון לצריכת מים.

מצב מעניין של הרעלת מים ידוע כ-exertional hyponatremia, המתרחש לעתים באתלטים במהלך פעילות ספורטיבית בעצימות גבוהה, במיוחד הנמשכת למעלה מ-3 שעות. סוג זה של רעילות מים כרוך בצריכת נוזלים במהלך פעילות גופנית זו, העולה על הפסד הנוזלים בגין הזעה, ללא פיצוי על הפסד נתרן בהזעה זו. הפחתה בפינוי מים דרך הכליות בגין הפרשה לא מתאימה של ההורמון האנטי-דיורטי בעת הפעילות הגופנית העצימה יכולה לתרום אף היא לסוג האחרון של רעילות מים.

סופקו להן במשך 4 חודשים בקבוקי מים, והן אף עברו הדרכה על היתרונות של שתיית מים במסגרת קבוצתית למשך 3 שבועות. בתום שנה מתחילת הניסוי, צורכות כמות המים המעטה ביותר בקרב משתתפות הניסוי הגבירו את צריכת המים שלהן ב-163%. צריכת מים בקרב קשישים נמוכה משמעותית מהכמות המומלצת, מה שעלול לגרום למפגעים פיזיולוגיים אחדים בנוסף לבעיות של מערכת העיכול כגון עצירות, התפתחות טחורים ועוד. בנוסף, Xu וחב' במאמר ב-Medicine משנת 2015 (20), הראו שכל שתייה קבועה של 500 מ"ל מים מדי יום הפחיתה ב-7% את הסיכון ליצירת אבני כליות.

סוגיה אחרת, המהווה מקור לדאגה במדינות רבות, היא זו של משקל עודף עד כדי השמנה יתר. האם מים עשויים לשחק תפקיד בבלימת השמנת-יתר? מבוגרים בגיל מתקדם ששתו חצי ליטר מים 30 דקות לפני ארוחה עיקרית, הפחיתו את כמות הקלוריות שצרכו בארוחה זו (18). נמצא, שצריכת מים היא חלק אינטגרלי מהשריית הפחתה במשקל, או לפחות שמירה על אי עלייה במשקל (Akers וחב' ב-Journal Academy Nutrition & Diet משנת 2012) (21). בניסוי זה שתי קבוצות נשים בגיל ממוצע של 63 שנה, חולקו באקראי לקבוצה עם צריכה קלורית ממוצעת ביום של 1,500-1,200 קלוריות במזון, שצרכו 500 מ"ל מים לפני ארוחות מרכזיות, לעומת קבוצת ביקורת שלא נאלצו לשתות מים לפני ארוחה עם אותה צריכה קלורית יומית. בנוסף כל משתתפות הניסוי צעדו ביום לפחות 10,000 צעדים, והקפידו על אכילה מדי יום של 5 פירות או ירקות. לאחר פרק זמן של שנת ניסוי, צורכות המים לפני הארוחות הפחיתו ממשקלן באופן משמעותי יותר מאשר אלו שנמנעו משתיית מים לפני הארוחות.

דרישות הגוף למים

שנים רבות שולטת התפיסה לפיה 8 כוסות מים ליום (כ-2 ליטר) נחשבת כמות רצויה, אם כי Valtin בסקירה משנת 2002 קבע שיש רק ראיות מדעיות מועטות לאושש דעה זו (22). קביעת הסטטוס התזונתי של מים היא ענין מאתגר, שכן אין מלאי רזרבי של מים בגוף האדם, ולכן נוזלי הגוף חייבים להיות ממוחזרים באופן רצוף.

אידיאלית, מאזן הנוזלים יכול להיקבע על ידי מדידת הרווח במאזן הנוזלי (בעיקר משתייה או מיצירה מטבולית של מים), או ההפסד במאזן הנוזלי (דרך מערכת השתן, מערכת הנשימה, העור, ומערכת העיכול). מחקרים אלה הולידו מסקנה, שצריכת המים היומית של הגוף היא בסדר גודל של 1.6-3.2 ליטר, בתלות בתנאים הסביבתיים ובפעילות הגופנית של האדם. לאחרונה, מים מסומנים רדיו-אקטיביים שימשו למדידת ה-turnover של נוזלי הגוף והדרישה למים, על ידי מדידת הדעיכה במימן האיזוטופי לאורך זמן.

סמנים רבים הוצעו להערכת סטטוס ההידרציה של הגוף, כגון האוסמווליות של הפלזמה וריכוז נתרן בדם, וכן מדדים בשתן כגון אוסמווליות של השתן, וריכוז נתרן בשתן, הגוון של השתן והמשקל הסגולי שלו.

מדדים נוספים להערכת מאזן המים בגוף הם מדידות תפקוד קרדיו-וסקולרי כגון קצב הלב, לחץ הדם, ותת לחץ-דם תתוחתי (orthostatic hypotension), שהוא מדד נוסף להערכת מאזן המים בגוף ויכול להיקבע במדידת bioelectrical impedance, על ידי העברת זרם חשמלי קל בגוף, ומדידת המתח כדי לחשב את התנגדות של הגוף לפעולה זו. אמנם מדדים אלה עשויים לספק הערכה על חסר או עודף נוזלים בגוף, אך אין בהם כדי לספק הערכה של הצרכים האקטואליים למים.

חסר מים

יש רק מחקרים מעטים הבוחנים את ההשפעה של חסר מים לטווח ארוך, ואת הסיבוכים של הגוף בגין חסר ממושך של מים. דה-

למרות שלא קיים קריטריון סטנדרטי למדידת הסטטוס של הידרציה, מספר מדידות כגון נפח איסוף שתן של 24 שעות, דרגת האוסמווליות בפלזמה ובשתן, המשקל הסגולי של השתן והגוון שלו, יכולים לסייע לקביעת ההידרציה





מאות רבות של
מחקרים על
הפיזיולוגיה של
המים, וגישות
פולקלוריסטיות
שהתפתחו במרוצת
השנים, לא היה בהן
להגיע לקונצנזוס
מוצק ומחייב על
כמות המים שראוי
ובריא לשתות. אכן
הכשל באי מתן
המלצות כאלו, נובע
מכך ששתיית מים
תלויה בעשרות
גורמים גופניים
וסביבתיים המונעים
המלצה ייחודית,
אפילו על טווח
מומלץ של מים
לצריכה יומית

לסיכום

מים הם יסוד החיים, ונוכחות מים היא זו שאפשרה את תחילת החיים בצורות הפרימיטיביות של יצורים חד-תאיים, ולאבולוציה של יצורים אלה לצורות חיים מפותחות יותר, עד להופעתו על הבמה של היצור האנושי.

רוב רובן של הריאקציות הכימיות והפיזיולוגיות כרוכות בנוכחות מים, והתלות של הגוף במים מובנת מאליה, ואולי היא אף זו הקובעת שמים מהווים חלק ניכר ממשקל הגוף והרכבו.

המאמר, כולל רשימת המקורות, מופיע באתר מכון תנובה למחקר

המלצות לשתיית מים

בשנת 1964 פרסם לראשונה הגוף הממונה על מזון ותזונה של אקדמיית המדע בארה"ב הנחיות לצריכת מים. דו"ח זה המליץ שתקן סביר לחישוב צריכת מים הוא 1 ml/kcal של מזון. בהמלצות משנת 1989 של אותו גוף, נקבע שבגלל הסכנה הפחותה של רעילות מים, ניתן להגדיל את דרישות המים של הגוף ל-1.5 ml/kcal, על מנת לכסות על שינויים בפעילות הגופנית, דרגת ההזעה וכמות החומרים המומסים במים. אך גישה סיסטמית באשר לדרישות הגוף למים, פורסמה על ידי המכון האמריקני לבריאות רק בשנת 2004, גישה זו מעריכה שכמות המים המגיעים לגוף מסוגי מזון שונים מהווה 19% מכמות המים הנצרכת.

מאות רבות של מחקרים על הפיזיולוגיה של המים, וגישות פולקלוריסטיות שהתפתחו במרוצת השנים, לא היה בהן להגיע לקונצנזוס מוצק ומחייב על כמות המים שראוי ובריא לשתות. אכן הכשל באי מתן המלצות כאלו, נובע מכך ששתיית מים תלויה בעשרות גורמים גופניים וסביבתיים המונעים המלצה ייחודית, אפילו על טווח מומלץ של מים לצריכה יומית.



מי השתייה ובריאות הציבור - על מינרלים בצל ההתפלה

ד"ר ניב שלמה עובדיה

דיאטן קליני מוסמך, חוקר תזונה, סביבה ובלוטת התריס.
חוקר במערך נשים ומיילדות, המרכז הרפואי אוניברסיטאי "ברזילי" אשקלון

ההסתמכות הלאומית הגוברת של ישראל על מים מותפלים כמקור השתייה העיקרי של אזרחיה מהווה אתגר ייחודי לקובעי מדיניות בריאות הציבור.

לשינוי בתמהיל מי האספקה יש השפעה על הרכב המינרלים במי השתייה, וייתכן גם על צריכתם בתזונה, לרבות יוד, מגנזיום ופלואוריד. סקירה זו מנסה לספק ידע עדכני על היקף ההתפלה בישראל, והקשר בין הרכב היוד, המגנזיום והפלואוריד במי השתייה לבין בריאות הציבור.

מסוימות וכן מינרלים כגון פלואוריד. לפי משרד הבריאות, מקורות מים שאינם עומדים בדרישות התקנות נפסלים, ואינם מוזנים את רשת אספקת המים לשתייה. הסיבות לפסילה יכולות להיות חריגה במדדים שנבדקו, מצב תברואתי ירוד של מתקן המים, או סכנה אפשרית לזיהום המים (6). יחד עם זאת, הניטור חסר נתונים אודות היקף השימוש במים מותפלים לצרכי שתייה, אשר באופן תיאורטי עלולים להקטין משמעותית את כמות היוד והמגנזיום הנצרכים בתזונה. בנוסף, מאז החליט משרד הבריאות להפסיק, ולאחר מכן להשיב, את מדיניות ההפלה (התאמה מלאכותית של ריכוז מיטבי של פלואוריד במים), מתקיימת מחלוקת בציבור בנושא זה. לאור חשיבותם של המים כמרכיב חיוני בגוף האדם ובתזונה, קיים צורך ממשי במידע אודות היקף ההתפלה, אשר לאחרונה עלה בישראל ובמקומות נוספים בעולם (8,7). לשינוי בתמהיל מי האספקה יש השפעה על הרכב המינרלים במי השתייה, וייתכן גם על צריכתם בתזונה, לרבות יוד, מגנזיום ופלואוריד. למינרלים אלו קשר לבריאות הציבור. סקירה זו מנסה לספק ידע עדכני על היקף ההתפלה בישראל, והקשר בין הרכב היוד, המגנזיום והפלואוריד במי השתייה לבריאות הציבור.

ם חיוניים לחיים. מאז שמיני היצורים החיים הקדומים עברו לחיי יבשה מהאוקיינוסים (לפי תורת האבולוציה), המפתח העיקרי להישרדותם היה מניעת התייבשות. התאמות אלה משותפות למגוון רחב של מיני בעלי חיים, כולל האדם. כמעט בלתי אפשרי להפריז בחשיבותם של המים לאנושות. בני אדם יכולים לשרוד ללא מים רק ימים בודדים (1). מים מהווים בממוצע 75% ממשקלם של תינוקות, 55% ממשקלם של קשישים, והם חיוניים למצב אגן ושיווי משקל של התאים בגוף, ולכן לחיים עצמם (2). חשיבות המים כמרכיב תזונה החיוני ביותר לחיים ידועה לארגוני בריאות ברחבי העולם. ארגון הבריאות העולמי (WHO) מעדכן מעת לעת את הנחיותיו לצריכה ולשימוש במים, מתוך הכרה כי מרכיב תזונה החיוני ביותר לחיים (3). בהתאם לכך, רוב מדינות העולם מאמצות את הנחיות WHO בנושא מים לטובת תושביהן (4). הרשויות בישראל, ובכלל זה משרד הבריאות, מקדישות משאבים על מנת שהמים המסופקים לציבור יעמדו בתקני תברואה. בדיקות מיקרוביאליות וכימיות מבוצעות באופן תדיר ברשת אספקת המים ברחבי הארץ, ולאחרונה תוצאותיהן נגישות לציבור בעמוד חדש באתר משרד הבריאות במרשתת (5). הניטור כולל, בין היתר, בדיקת מתכות



איור 1: מפת ישראל המציגה את טווחי ריכוז פלואוריד במי הרשת ברבעון השני של שנת 2019 לפי מחוז *



טווחי ריכוזי הפלואוריד שנמצאו במי הרשת בישראל לפי חלוקת המחוזות של משרד הבריאות. במפה רשומים שם מחוז ומתחתיו טווח ריכוזי פלואוריד (מ"ג/ל) שנמצא במי הרשת ברבעון השני של שנת 2019 ביישובים באותו מחוז. מ"ג/ל = מיליגרם לליטר; 0 = מתחת לסף גילוי מכשיר הבדיקה; - = ביישובים יהודיים.

*מפה מעובדת באישור הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל:
<http://gis.cbs.gov.il/benyam>

השימוש במים מותפלים בישראל

מערכת המים בישראל הינה מורכבת ומגוונת. מי השתייה המסופקים למרבית היישובים בארץ מבוססים על מספר מקורות. למעט יישובים מסוימים ברמת הגולן, בקעת בית שאן והערבה, רוב יישובי ישראל מחוברים למערכת הזנת מים מסועפת ומרושתת. רשת אספקת מים זו מוזנת משלושה מקורות עיקריים: מים עליים (למשל מהכנרת ומאגרי מי גשמים), מי תהום (בעיקר מאות קידוחים הפזורים ברחבי הארץ) והתפלה (5). קיימת שונות ניכרת בתכולת המינרלים בין מקורות המים השונים. כך למשל, בבדיקות כימיות שבוצעו בעשור החולף, התגלה כי מי תהום במישור החוף הדרומי וברמת הנגב מכילים יוד, מגנזיום ופלואוריד, בעוד מקורות מים עיליים ומי תהום ברמת הגולן והגליל העליון מכילים כמויות אפסיות של מינרלים אלו (6,5). ברשת המים הארצית זורמים מים מכאלף מקורות שונים, כולל מים מותפלים, המתחלפים בתוך המערכת ברמה שנתית, עונתית, יומית ואף שעתית, בין היתר בהתאם לצרכי הרשויות השונות (6,5). התמהיל והמורכבות המתוארים כאן, ממחישים עד כמה גמישה ותנועתית מערכת המים בארץ. כתוצאה מכך, כמעט בכל אזור בישראל קיים אתגר ממשי לאמוד לאורך זמן את רמתם הקבועה של המינרלים במי רשת אספקת המים.

היקף השימוש הלאומי בישראל בהתפלה נעשה משמעותי, והוא אף מתוכנן לגדול. בעשור החולף הוקמו לאורך מישור החוף חמישה מתקנים גדולים להתפלת מי ים בשיטת האוסמוזה ההפוכה (9), הגורמת להרחקה של 90%-98% מהכמות המינרלים המסיסים ממי הים, כולל יוד, מגנזיום ופלואוריד (10). שלושה מתוך מתקני ההתפלה בישראל, הינם ממתקני ההתפלה הגדולים ביותר בעולם מסוגם, והם מספקים חלק הולך וגדל משיעור מי השתייה וההשקיה בישראל (11). כתוצאה מכך, לאחרונה עלתה כמות המים המופקת ממתקני ההתפלה לכ-50% מכמות המים השפירים המסופקת לכל הצרכים, וכ-80% מכמות המים המסופקת לצרכים הביתיים והתעשייתיים, כולל מי שתייה ומים לצרכים חקלאיים (12,13). במקביל, חברת מקורות חיברה את חמשת מתקני ההתפלה הגדולים במישור החוף אל ריכוזי האוכלוסייה במישור החוף המרכזי, בית שמש וירושלים (14). בנוסף, רשות המים מתכננת להקים בהקדם מתקן התפלה גדול שישי במישור החוף הצפוני על מנת לשלב מים מותפלים במי הרשת בצפון הארץ ובגליל המערבי בפרט (15). נתונים ומגמות אלו מדגישים את חשיבות הקשר בין הישענות על התפלה לבין תכולת המינרלים במי השתייה בישראל.

הקשר בין מקורות מי השתייה לבין מחסור בIOD

יוד הינו יסוד הנדרש לגוף בכמויות קטנות, אך חיוני לבריאות האדם. אחד ממקורות היוד בתזונה הינו מים (16). באזורים מסוימים, ריכוז היוד באספקת המים של אוכלוסייה מהווה גורם משמעותי המשפיע על צריכת היוד הכללית (17). אם הריכוז מספיק גבוה, מי שתייה שאינם מסוננים יכולים לספק חלק ניכר מהדרישה היומית (18). החשיפה ליוד במי שתייה יכולה להיות מורכבת הן מלגימת מים לצורך שתייה והן מצריכת מזון המורכב ממי ברו בלתי מסוננים כגון מרק ושתייה חמה. נוכחות יוד במים יכולה להשפיע גם על תכולתו במוצרי חלב ובתוצרת חקלאית (19). השפעה זו מתקיימת דרך השקיה של גידולים חקלאיים, הן למאכל אדם והן למאכל חיות משק כגון בקר, צאן ועופות (13). חיות אלו חשופות ליוד בתזונתן גם דרך מי שתייה. מכאן, שגם תוצרת בקר, צאן, עופות כגון בשר, חלב וביצים עשויה להיות מושפעת מהרכב היוד במים המסופקים





עם אוטם שריר הלב, שאושפזו בבתי חולים באזורים שבהם מקור רוב מי הרשת הינו מים מותפלים מדוללי-מגנזיום (אזורי התפלה). תמותה נמוכה יותר נמצאה בחולים שאושפזו באזורים עם חשיפה זניחה למים מותפלים שהכילו מגנזיום (אזורי הביקורת). רמת המגנזיום בדגימות הדם של חולי לב מאזור ההתפלה נמצאה נמוכה משמעותית מזו של חולים מאזור הביקורת (30). מחקר ישראלי נוסף הציג כי שיעור המקרים של מחלות לב שהופיעו במעקב של 6 שנים היה גבוה ב-6% באוכלוסייה מאזורי התפלה בהשוואה לאזורי ביקורת (31). מתוצאות המחקרים הנ"ל ניתן להסיק שהפחתה מתמשכת בתכולת המגנזיום במי השתייה עלולה להוביל למשק מגנזיום נמוך בגוף, ובהתאם, לעלייה בתחלואה ובתמותה.

תכולת פלואוריד במים ובריאות הציבור

פלואוריד הינו יון שלילי של היסוד פלואור הנמצא באופן טבעי בכדור הארץ. ניתן למצוא פלואוריד גם במים באופן טבעי (32). ריכוזי הפלואוריד במי התהום בישראל מתפלגים לפי שונות גיאוגרפית. ברבעון השני של שנת 2019 נמצאו במי הרשת ביישובים מסוימים ריכוזי פלואוריד של כ-0.5 מ"ג/ל בבקעת בית שאן וברמת הנגב לעומת 0.2-0.7 מ"ג/ל בגליל העליון ו-0.1 ברמת הגולן, לרבות ביישובים בהם משולבים מים מותפלים נטולי פלואוריד (33). ייתכן אף ריכוזים של עד כ-2 מ"ג/ל במי גלם (מים לפני סינון או התפלה) באזור הערבה ואילת. לנתונים אודות ריכוזי הפלואוריד בכל המחוזות בישראל ראו אזור 1. משרד הבריאות מתיר ריכוזי פלואוריד עד 0.7 מ"ג/ל בלבד (32). ריכוזים אלו נמוכים ביחס לריכוזים במקורות מים טבעיים במקומות אחרים בעולם. לשם השוואה, לאחרונה דווח שבצפון מזרח טורקיה, נמצא ריכוז פלואוריד טבעי של כ-2.5 מ"ג לליטר במי השתייה (34). כך או אחרת, פלואוריד הינו חלק בלתי נפרד ממי השתייה בישראל ביישובים בהם אין מונוהגת הפלרה. הימצאות זו שרירה וקיימת גם בעידן הנוכחי, בו משולבים במי הרשת בארץ מים מותפלים באופן חסר תקדים.

פלואוריד חיוני לבריאות השיניים והעצמות. הצריכה הנאותה לגברים ונשים (כולל הרות ומניקות) הינה כ-3-4 מ"ג/ל בהתאמה, והטווח העליון הינו 10 מ"ג/ל לשני המינים, כאשר טווחים אלו נמוכים ככל שיוורדים בגיל עד לינקות (35). העמדה המקובלת על רוב החוקרים ובקרב ארגוני בריאות שונים בארץ ובעולם הינה, שחשיפה מתונה לפלואוריד חיונית לחיזוק מבנה השיניים והיא מגנה עליהן מפני עששת (36,32). התברר שלפלואוריד יכולת להגביר את עמידות שכבת השיניים החיצונית, ונוכחותו במים מקטינה את הסיכון לסיבוכי עששת בלתי מטופלת כגון דלקות חניכיים (37). מנגד, חשיפה ליותר מדי או מעט מדי פלואוריד עלולה להזיק. מחסור בפלואוריד עלול לגרום להיחלשות השיניים והעצמות, ואילו עודף קל בפלואוריד עלול לגרום לפלאורוזיס (הופעת כתמים לבנים או צהובים בשיני חלב) (34,32). חשיפה כרונית למינרלים גבוהים של פלואוריד במי שתייה (למשל מעל 0.7 מ"ג/ל בכל הגילאים) נמצאה קשורה עם שכיחות גבוהה של תת פעילות בבלוטת התריס באוכלוסיות שונות ברחבי העולם (38,36). יחד עם זאת, הריכוזים המותרים לפלואוריד ע"י משרד הבריאות במי הרשת בארץ (0.7 מ"ג/ל) נמוכים מריכוזי הפלואוריד שנמצאו פמבירי סיכון לפלאורוזיס או תפקוד לקוי של בלוטת התריס. בבדיקות תקופתיות שבוצעו בשנים 2017-2019 התגלה שרובם המוחלט של ריכוזי הפלואוריד במי הרשת היו נמוכים מ-0.7 מ"ג/ל (33). במילים אחרות, הסיכון לבריאות הציבור בישראל עקב חשיפה גבוהה לפלואוריד במי השתייה נמוך.

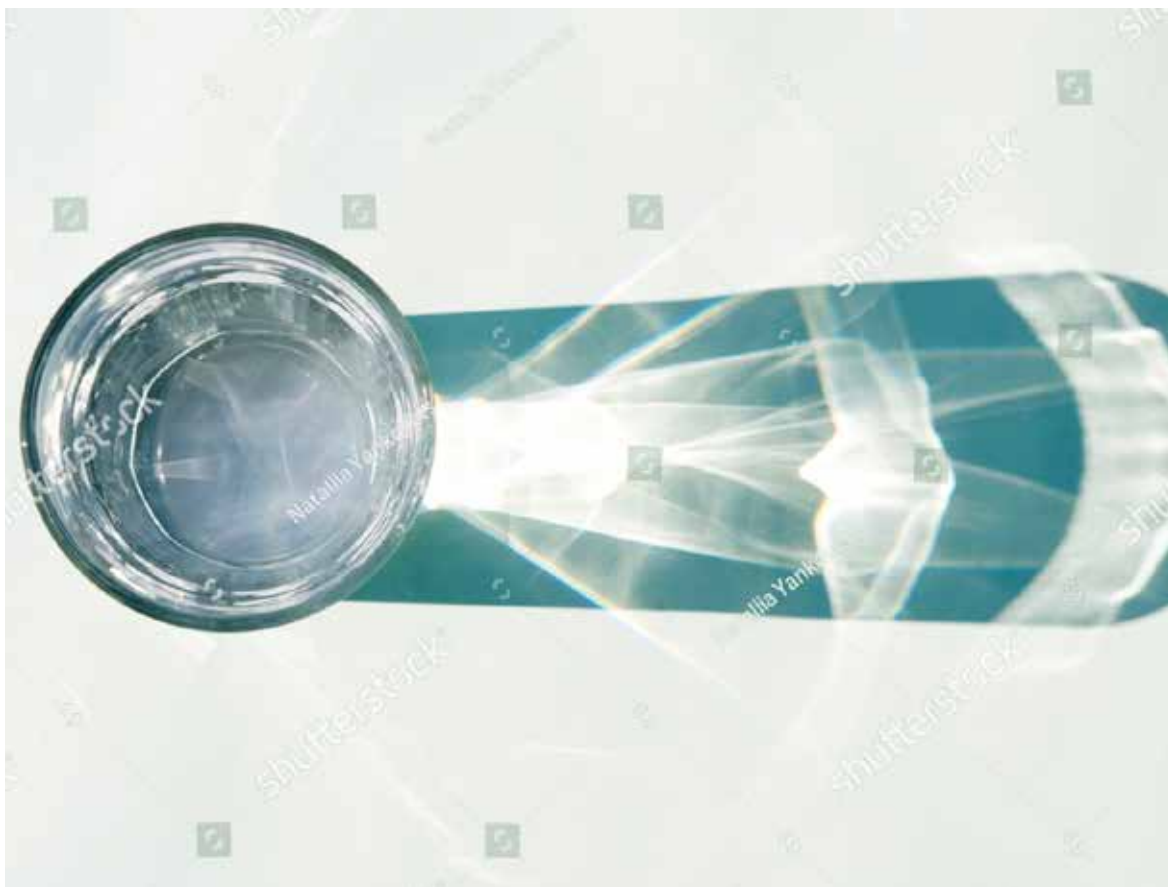
לחקלאות. לכן, לתכולת היד במים השפעה על צריכתו בבני אדם, הן בשתיית מים והן דרך שרשרת המזון. יוד חיוני לתפקוד תקין של בלוטת התריס, ולהתפתחות המח של בעלי חיים, לרבות יונקים, כולל בני האדם. הצריכה הנאותה המומלצת ע"י משרד הבריאות הינה כ-150 מיקרוגרם (מק"ג) יוד ליום לאוכלוסייה הבוגרת (16). מחסור ביד הינו גורם משמעותי למחלות בבלוטת התריס בחיות ובני אדם, והסיבה העיקרית (הניתנת למניעה) לפגיעה בתפקוד המוחי, בעיקר בתקופת הילדות (20-22). מחסור כרוני ביד גורם לזפק (הגדלה של בלוטת התריס), ומוביל לתת-פעילות של בלוטת התריס (20). בתחילת שנות ה-90 התגלתה שכיחות גבוהה של זפק בילדים שהתגוררו באזור עם חשיפה כרונית למים מדוללי-יוד, לעומת ילדים עם חשיפה לרמות יוד גבוהות יותר במי השתייה באזור דרום סיביר (ברוסיה) (23). במחקר קליני עדכני, שבוצע בקרב בוגרים ישראלים מנפת אשקלון (n=50) החשופים למים מותפלים מאז שנת 2007, התגלתה שכיחות גבוהה של ערכי תירו גלובלין מוגברים בניסוי, במקביל לדיווח על צריכת יוד נמוכה. נתונים אלה מצביעים על מחסור יוד. יצוין כי הנתח הממוצע של מים מותפלים בעת ביצוע המחקר הוערך בכ-60% ממי הרשת בנפת אשקלון. הצריכה הממוצעת של מי ברו בלתי מסוננים הוערכה כ-0.7 ליטר ליום למשתתף ותרמה בממוצע 16% מצריכת היוד הכוללת (24). מחקר נוסף שנערך בבוגרים מאותה נפה (n=102) לימד כי הסתמכות בלעדית על מים מותפלים במי שתייה עלולה להקטין עוד יותר את הצריכה היומית הממוצעת של יוד, ולהגדיל את שיעור האנשים הצורכים פחות מהצריכה הנאותה המומלצת של יוד (8). מהממצאים הנ"ל עולה כי להפחתת ריכוז היוד במי השתייה עלולה להיות השפעה שלילית על משק היוד בציבור, וייתכן אף לגרום לעליה בתחלואה של בלוטת התריס.

התפלה כגורם אפשרי למחסור במגנזיום

למינרל מגנזיום תפקיד חיוני לגוף האדם. מגנזיום במי הברז מהווה מקור חשוב למשק המגנזיום בציבור. באזורים בהם המים "קשים" (עתירי מינרלים), מי השתייה עשויים להוות כ-20% ממקורות המגנזיום בתזונת האדם (25) ובמקרים מסוימים אף למעלה מכך (26). תכולת מגנזיום במים יכולה להשפיע על צריכתו בציבור במגוון ערוצים: (1) שתיית מי ברו "קשים" בלתי מסוננים, (2) צריכת ירקות, קטניות ודגנים מלאים שהושקו במים "קשים", (3) צריכת מזון אחר שנשטף או הוכן במים "קשים" (27). הזמינות של מגנזיום הנצרך דרך מים גדולה מזו של מגנזיום המתקבל מהמזון, זאת בשל העובדה שבמים מגנזיום מופיע כיון מסיס הנספג בצורה טובה ומהירה יותר לעומת קליטתו ממזונות צמחיים למשל, בהם נוכחות מרכיבים מסוימים, כגון סיבים, אוקסלט ופיטאט, המונעים חלק מקליטתו מהמעיים למחזור הדם (28). מכאן, שחסר כרוני של מגנזיום במי השתייה וההשקיה עלול לגרום לירידה במשק המגנזיום בגוף. מגנזיום חיוני לתפקודן של מערכות רבות בגוף. מינרל זה הכרחי לפעילותם של מאות אנזימים, וכן לחילוף חומרים בתאי הגוף. דרך תמיכה בתהליכים אלה, משפיע המגנזיום על תפקוד תקין של השרירים והעצבים, קצב הלב, תפקוד מערכת החיסון, בניית העצמות, ויסות רמות הסוכר בדם ולחץ הדם (26-28). הצריכה הנאותה המומלצת ע"י משרד הבריאות הינה 310-320 מיליגרם (מ"ג) ליום לנשים ו-400-420 מ"ג ליום לגברים (27). נראה שהשימוש הגובר בהתפלה הפחית את המגנזיום הזמין בתזונת הציבור ועלול לסכן את בריאותו. חוקרים גילו שתכולת המגנזיום בפירות וירקות המושקים במים מותפלים בארץ נמוכים לעומת תקני מחלקת החקלאות האמריקנית (29). מחקר ישראלי בקרב אלפי משתתפים הדגים תמותה מוגברת בחולים ישראלים בוגרים

נוכחות יוד במים יכולה להשפיע גם על תכולתו במוצרי חלב ובתוצרת חקלאית. השפעה זו מתקיימת דרך השקיה של גידולים חקלאיים, הן למאכל אדם והן למאכל חיות משק כגון בקר, צאן ועופות. חיות אלו חשופות ליוד בתזונתן גם דרך מי שתייה. מכאן, שגם תוצרת בקר, צאן, עופות כגון בשר, חלב וביצים עשויה להיות מושפעת מהרכב היוד במים המסופקים לחקלאות





בנוגע ליוז, משרד
הבריאות פרסם
המלצה להחלפת
המלח השולחני
במלח מועשר
ביוד ונטילת תוסף
מכיל יוד לנשים
המתכננות להרות.
בדיקת היתכנות
ממשלתית בנושא
של הוספת מגנזיום
למים מותפלים
נידונה בין היתר
במשרד הבריאות,
אפשרה, אך טרם
הושלמה

בבתי מגורים. כמו כן, מתבקשת בדיקת תמהיל מקורות מי השתייה של הציבור בישראל, קרי ניתוח תרומת מי הברז הבלתי מסוננים, וכן המים המבוקבקים לצריכת המים היומית. ההסתמכות הלאומית הגוברת של ישראל על מים מותפלים כמקור השתייה העיקרי של אזרחיה מהווה אתגר ייחודי לקובעי מדיניות בריאות הציבור. לצד הופעת ממצאים ראשוניים אודות מחסור ביוז ובמגנזיום עקב צריכת מים מותפלים (31,30,24,8) והדיון הציבורי בנושא ההפלה, נקט משרד הבריאות במדיניות חלקית במספר מישורים. בנוגע ליוז, משרד הבריאות פרסם המלצה בנוגע להחלפת המלח השולחני במלח מועשר ביוד ונטילת תוסף מכיל יוד לנשים המתכננות להרות (16). בדיקת היתכנות ממשלתית בנושא של הוספת מגנזיום למים מותפלים נידונה בין היתר במשרד הבריאות, אפשרה, אך טרם הושלמה (41). כאמור, התקבלה החלטה על השבת ההפלה (37,32), אך נכון לשנת 2020 קיימים יישובים רבים בהם מי הרשת מכילים כמות אפסית של פלואוריד (33,5). ממצאים אלו מדגישים את הצורך בקידום מחקר בדבר השפעת ההתפלה על צריכת יוד, מגנזיום ופלואוריד על בריאות הציבור. ככל שחלקה היחסי של האוכלוסייה הצורכת מי שתייה מותפלים ממשיך לגדול, גובר הצורך בשיח קבוע בין קובעי המדיניות על הדרכים למזער את הסיכונים האפשריים לבריאות הציבור הקשורים להתפלה ולצריכת מינרלים מופחתת.

תודות

ברצוני להודות למג'ר' מוטי אשר, מורה מסור לבילולוגיה, על עזרתו בעריכה והגהה של מאמר זה.

המאמר, כולל רשימת המקורות, מופיע באתר מכון תנובה למחקר

דיון ומסקנות

מערכת המים בישראל היא מורכבת ומהווה אתגר לניטור מהימן של יוד, מגנזיום ופלואוריד. עקב השינויים התכופים החלים בתוך מערכות אספקת המים ברמה האזורית (ולעיתים גם היישובית), נפגעת היכולת לקבל מידע אמין בנוגע לריכוז המינרלים במים במערכת האספקה, שכן הוא אינו קבוע ומשתנה רוב הזמן (16,5). דיגומים נקודתיים המתבצעים במי הרשת ע"י משרד הבריאות, ספקי מים וגופי מחקר שונים מעניקים לרוב מידע אמין רק לגבי מועד הדיגום עצמו, ואין בהם בכדי לתאר מידע עתידי או מצב מתמשך מהעבר. יתירה מכך, סקרי תזונה ומחקרים קליניים שנערכו באוכלוסיות של בוגרים ישראלים חסרים נתונים מקיפים וברורים אודות תמהיל מקורות מי השתייה. כך למשל, בסקר לאומי עדכני דווח על צריכת מים יומית ממוצעת של 2.25 ל' /יום במדגם בוגרים (n=5,113) ללא פירוט על תמהיל, לרבות מי ברז בלתי מסוננים ומים מבוקבקים (39). מחקר קליני שנערך בקרב בוגרים מנפת אשקלון (n=50) כלל הערכה כי צריכת מי הרשת הבלתי מסוננים במדגם הינה 0.7 ל' /יום בלבד (24). מחבריו של מחקר קטן היקף אחר בקרב בוגרים ממחוז מרכז (n=120) העריכו כי המקור העיקרי של מי השתייה של מרבית המשתתפים היה מים מבוקבקים (40). לאור גמישות מערכת המים בישראל והיעדר נתונים על הרכב צריכת המים בפועל, קיימת חשיבות לניטור קבוע של הרכב המים במדגם ברזי שתייה אליהם חשוף הציבור באופן ישיר, לרבות





שתיית מים, הרזיה ומטבוליזם

צחי כנען

המעבדה המטבולית ת"א
דוקטורנט בחוג לאפידמיולוגיה ורפואה מונעת, בית הספר לבריאות הציבור
באוניברסיטת ת"א

ארגוני רפואה רבים ומכובדים תומכים בהמלצה לשתיית מים לעידוד הרזיה, ותמיכה בתהליך של ירידה במשקל. עם זאת, ההנחיות הרשמיות במדינות המערב חסרות באופן מפתיע את ההוכחות וההסבר לכך, הכולל את המנגנונים הקושרים שתייה מרובה עם בקרת משקל.

שתייה ומשקל גוף

בסקר ה-NHANES ובמחקרים תצפיתיים אחרים דיווחו 30%-60% מהנשאלים, כי הקפידו על שתייה מרובה של נוזלים במטרה לרזות (4,3). עם זאת, צריכה מרובה של מים אינה מאפיינת יותר אנשים בעודף משקל, לעומת אלו במשקל תקין (5-7). במחקר חתך ספרדי בקרב צעירים בני 18-39 שנים ($n \sim 360$) ובמחקר אמריקני בקרב סטודנטים ($n \sim 26,000$) נמצא מתאם שלילי בין צריכת מים לבין משקל הגוף (8). תוצאות דומות נצפו בקרב ילדים בני 9-11 (9). אולם כידוע, הימצאות מתאם אינה מעידה בהכרח על סיבתיות, ולכן עלינו לבחון את ההשפעה של שתיית המים על המשקל במחקרים מבוקרים ארוכי טווח עם הקצאה אקראית (RCT).

RCT מעטים בקרב מבוגרים בדקו את השפעת שתיית המים על

וכניות הרזיה ברחבי העולם, ורבים בציבור מאמינים כי שתייה מרובה של מים יכולה לתרום לתהליך הירידה ושמירת המשקל. האמונה הפכה לפרקטיקה מקובלת (1), ולעיתים גם כהמלצה מחייבת/מנדטורית מקרב אנשי המקצוע. עם זאת, קיים ספק רב האם שתיית המים עצמה היא גורם סיבתי להרזיה, או ששתייה מרובה נמצאת במתאם גבוה להתנהגויות אחרות המקדמות הרזיה. ארגוני רפואה רבים ומכובדים תומכים בהמלצה לשתיית מים (2). עם זאת, ההנחיות הרשמיות במדינות המערב (2) חסרות באופן מפתיע את ההסבר לכך, הכולל את המנגנונים הקושרים שתייה מרובה עם בקרת משקל. אין התייחסות לקבוצות אוכלוסייה אשר נדרשות להקפיד יותר - מבוגרים מול צעירים, גברים מול נשים, קהילות דמוגרפיות שונות וכו', האם יש משמעות לעיתוי השתייה ומהו הנפח הנדרש. חלקן מציינות את הצורך בהחלפת שתייה מתוקה עתירת הקלוריות במים, ובאותה עת ממליצות על שתיית מיצי פירות סחוטים, או משקאות חלב דלי שומן, העלולים להכיל כמות גבוהה של אנרגיה.

ת





לארוחה (28,27). תוצאות דומות התקבלו גם כאשר משווים את המים מבחינת צבע, טעם ואלקטרוליטים באופן הדומה לזה של משקאות הקלים.

ילדים הצורכים מעט קלוריות "כמנה ראשונה" (מרק, סלט וכו') מפצים ומקטינים את כמות המזון בארוחה (29). עם זאת, שתיית משקאות קלים, המכילים כמויות סוכרים וקלוריות גבוהה איננה מפוצה במלואה, ועדיין סך כמות הקלוריות עולה בארוחה בשיעור 10%-15% (20). סיבה חיובית נוספת, התומכת בהמלצה להפחית צריכת משקאות קלים אצל ילדים.

WIT - Water induced thermogenesis

אכילה ושתייה מעלים את קצב המטבוליזם, מושג הנקרא - האפקט התרמי של המזון (Diet induced thermogenesis, DIT) הכולל את ההשקעה האנרגטית בעיכול, ספיגה ואגירת המזון. ככל שתכולת האנרגיה גבוהה יותר (למשל במיצי פירות, משקאות חלב, משקאות קלים וכו') כך האפקט התרמי של הנוזל גבוה יותר (Water induced thermogenesis, WIT) כלומר למשקאות קלים "בזבוז" אנרגטי גבוה יותר ממזון. אלא שתכולת הקלוריות ממזון או משקה מסוים תמיד תהיה גבוהה מההשקעה האנרגטית בעיכול (2).

כ-12 מחקרים (30) עסקו בבדיקת ההשפעה של צריכת 200-750 מ"ל מים על העלייה ב WIT. ברובם נמצאה עלייה זעירה או ללא שינוי בתרמוגנזה. באלו שהדגימו עליה, קצב המטבוליזם התגבר לאחר 10 דקות, והגיע למקסימום לאחר כ-45 דקות. סך העלייה בקצב המטבולי לאורך שעה היה 25%-30% לעומת צום (31-33), ובאופן פרקטי שווה לעלייה של כ-20-30 קלוריות אצל אדם מבוגר. נראה כי אצל אנשים בעודף משקל קיימת עלייה גבוהה יותר ב-WIT מאשר אצל אנשים במשקל תקין (2).

קצב המטבוליזם עולה לאחר שתיית 500 מ"ל מים לעומת תמיסת מלח פיזיולוגית (Saline) בנפח דומה (34). קרוב לוודאי שהמנגנון קשור למפל אוסמוטי גבוה של המים אל התאים המוביל להגברת התפקוד התאי ו/או עלייה בתפקוד העיזבי (32). ככל שטמפרטורת הנוזל נמוכה יותר התרמוגנזה - WIT בעקבותיה גבוהה יותר, ובמילים אחרות - זו האנרגיה הדרושה לגוף לחמם את המים לטמפרטורת הגוף (37°C). קצב המטבוליזם גבוה יותר לאחר שתיית מים בטמפרטורת של 3 מעלות לעומת טמפרטורת החדר (22°C) (30), וזו האחרונה גבוהה לעומת מים בטמפרטורת הגוף (33). תוצאה דומה התקבלה במחקרם של הדס יריב, פרופ' דובנוב וחבריהם, שמצאו עלייה בת 25% בקצב המטבולי לאחר שתיית 10 מ"ל/ק"ג מים קרירים (4°C) אצל 21 ילדים בני 10 שנים בעודף משקל (31).

חמצון שומן

חמצון שומן מוגבר, הנמדד ע"פ מנת הנשימה (RQ), נמצא לאחר שתיית מים בהשוואה למשקאות קלים. נתון לא מפתיע בהתחשב בכך שלמים יש אינדקס גליקמי ואינסולינימי אפסי, לעומת משקאות קלים, המכילים סוכרים והמונעים פירוק חומצות שומן, מעבר חומצות אלו אל המיטוכונדריה וחמצון. גם בהשוואה לצום שתיית המים מגבירה את חמצון השומן כנראה באמצעות עליה בנפח התאים, ועלייה ברגישות האינסולין בעקבותיו (36,35).

לסיכום

מחקרים תצפיתיים, ומעט מחקרי RCT שבוצעו, מצאו קשר בין שתיית מים לבין משקל הגוף, אך איננו מוצאים חיזוק מוצק למנגנונים העשויים להסביר את הקשר. התרשמותי היא, כי הסיבות לכך כוללות ספרות מדעית מצומצמת

משקל הגוף. משתתפים בקב' הניסוי, שהוסיפו 500 מ"ל מים סמוך ל-3 ארוחות ביום רוז למשל כ-2 ק"ג נוספים ע"פ דיווח עצמי במהלך 12 שבועות לעומת קבוצת הביקורת (10), אך מנגד התנהגות זו לא תרמה לשמירת המשקל לאורך 12 חודשים נוספים (11). באנליזה שניה במחקר פרוספקטיבי הגברת צריכת מים אצל נשים, שנטו לצרוך מעט מים ועד 1 ליטר ביום, נמצאה במתאם גבוה לירידה נוספת של כ-2.5 ק"ג לאחר 12 חודשים (12).

ילדים

אצל ילדים צריכת שתייה ממותקת נמצאת באופן עקבי במחקרי תצפית כגורם מנבא משמעותי לעלייה במשקל (13). RCT גדול (n=3000) ניסה לעודד ילדים בכיתות ב'-ג' באמצעות התקנת מזרקות מים בביה"ס וקיום שיעורים שמטרתם הגברת המודעות. לאחר שנה עלתה צריכת המים, ונראתה הפחתה מסוימת בקצב העלייה במשקל לעומת בתי הספר בקב' הביקורת. שני מחקרים דומים, אך קטנים יותר, בוצעו. האחד במסגרת ביה"ס יסודי לגילאי 7-11, שהראה כאפס שינוי במשקל לאחר שנה בקבוצת הניסוי, בעוד עליה בת 7% בקב' הביקורת (14). עם זאת, במעקב לאחר שנתיים נעלם ההבדל, ושיעורי ההשמנה היו דומים (15). מחקר RCT נוסף בדק את השפעת השינוי בסביבת התא המשפחתי באמצעות אספקת בקבוקי מים שבועיים במשך חצי שנה (16). לא נמצא הבדל בממוצע המשקל לעומת קב' הביקורת, אך חלה הפחתה בת חצי יחידת BMI אצל הילדים בעודף משקל ניכר, והפחתה אצלם בצריכת משקאות מוגזים ממותקים (16), שינוי המרמז על יעילות ההתערבות בקבוצת "היעד".

מנגנונים המסבירים קשר בין שתיית מים לבין הרזיה

מייחסים את הקשר בין שתיית מים לבין הרזיה למספר מנגנונים, וביניהם שתיית מים כאמצעי להפחתת המזון והאנרגיה בארוחה, עלייה במטבוליזם בעקבות השתייה, וחמצון שומן מוגבר לאחר צריכת המים.

הפחתת צריכה אנרגטית

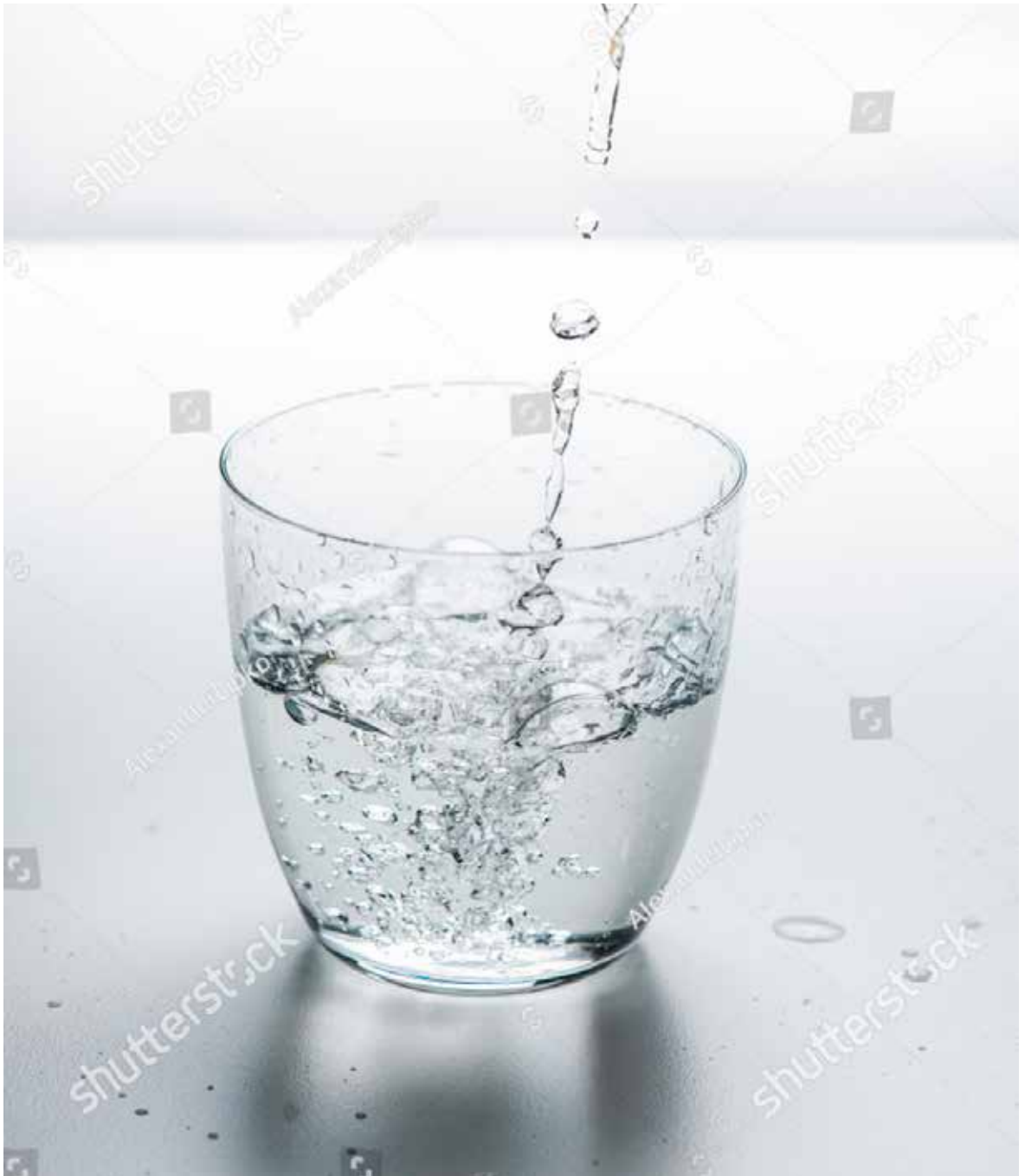
תחילה, האם תוספת מים לפני ארוחה (premeal) מפחיתה את צריכת האנרגיה בארוחה עצמה? במחקרים שעוסקים בשאלה זו כל נבדק מגיע פעמיים למעבדה, מציעים לו ארוחת תבחין קבועה (pre-load test meal), ובאחד מהביקורים הוא גם שותה. כל נבדק משמש ביקורת של עצמו. תוצאות המחקרים סותרות. בעוד שכמחציתן הראו חוסר השפעה, חלקן הדגימו הפחתה וחלקן דווקא הגברה של צריכה קלורית (2). במחקרים שתוצאותיהם חיוביות לא נמצאה השפעה של עיתוי/סמיכות השתייה (5 דק' ועד 90 דק') לפני הארוחה (17-19).

בדומה לצריכת המים, קיימות תוצאות סותרות להשפעה של צריכת משקאות דיאטטיים (הכוללים תחליפי סוכר, ללא קלוריות) על צריכת הקלוריות בארוחה (20). במחקר RCT בודד, משתתפים מבוגרים, שצרכו משקאות דיאטטיים, רוז יותר מאלו שצרכו מים בלבד במשך 12 שבועות (21), אך מחקרים אחרים לא מצאו הבדלים (22-24). עדיין קיים פער מידע לגבי יעילות החלפת המים במשקאות דלי קלוריות, למרות שכיחות צריכתם (20).

אחת הסיבות מיני רבות לעלייה בשיעור ההשמנה בעשרות השנים האחרונות היא העלייה המקבילה בצריכת נוזלים עתירי סוכר כתחליף לשתיית מים (26,25). האם החלפת שתיית משקאות אלו בשתיית מים בנפח דומה מפחיתה את צריכת הקלוריות בארוחה? ברוב המחקרים התוצאות של שתיית 200-500 מ"ל מים (1-2 כוסות) היו מעודדות, הן בסמוך לארוחה, והן שעתיים קודם

משתתפים בקבוצת הניסוי, שהוסיפו 500 מ"ל מים סמוך ל-3 ארוחות ביום רוז למשל כ-2 ק"ג נוספים על פי דיווח עצמי במהלך 12 שבועות לעומת קבוצת הביקורת, אך מנגד התנהגות זו לא תרמה לשמירת המשקל לאורך 12 חודשים נוספים





קצב המטבוליזם
התגבר לאחר
10 דקות, והגיע
למקסימום לאחר
כ-45 דקות. סך
העלייה בקצב
המטבולי לאורך
שעה היה -25%
30% לעומת צום
ובאופן פרקטי שווה
לעליה של כ-20-30
קלוריות אצל אדם
מבוגר. נראה כי
אצל אנשים בעודף
משקל קיימת עליה
גבוהה יותר ב-WIT
מאשר אצל אנשים
במשקל תקין

זאת ועוד, הצריכה המומלצת (Adequate Intake, AI) לנוזלים הינה 3.7 ליטר לגבר ו-2.7 ליטר לאשה מעל גיל 19 (37). מקורות המים הינם משתיית מים, משקאות חמים/קרים וכמובן ממזוננו. המלצה לתוספת נוזלים מעל AI "כדי לרזות" איננה ריאלית, עלולה להוביל לעלייה בלחץ הדם ותכיפות לא נעימה במתן שתן. עם זאת עלינו לחזור וללמד את כלל צבע-ריח השתן לצריכת מים אינדיבידואלית מתאימה.

יחסית, במקביל לפרסום מדעי דל בעשור האחרון, וביסוס על מחקרים אפידמיולוגיים, הסובלים מבעיות מתודולוגיות רבות (1), וביניהן מיעוט המחקרים שמטרתם המרכזית הייתה חקירת הקשר בין צריכת מים לבין ירידה או שמירת משקל (2), דיווח עצמי על השינוי במשקל (3), איסוף נתונים חלקי על תכולת הדיאטה למשל צריכת פירות וירקות עתירי הנוזלים, או אופי הפעילות הגופנית היומית הקשורה בקשר חזק לצריכת נוזלים מוגברת (4), מיעוט מחקרים מסוג RCT (5), שימוש חד פעמי בשאלוני מסוג recall 24 ולמספר ימים מצומצם (6), ומשך מעקב לעיתים קצר בין 3 ימים ועד 14 ימים בלבד, שאינו מאפשר הסקת מסקנות רלוונטיות.

המאמר, כולל רשימת המקורות, מופיע באתר מכון תנובה למחקר



"משמעת מים" - לא פחות ולא יותר

אסתר גונן

דיאטנית M.Sc, מרצה ודוקטורנטית, המחלקה לתזונה, אוניברסיטת אריאל

ויסות מאזן הנוזלים בגוף תלוי במספר רב של מנגנונים, שמטרתם למנוע התייבשות מחד, ולהפריש עודפי מים מאידך. למרות שלגוף יכולת משוכללת לאזן את הנוזלים בגוף, מצבי קיצון עלולים לבוא לידי ביטוי, אם בשל מאמץ יתר או התנהלות לא נכונה של צריכת נוזלים.

ברכוז המומסים בו, אשר צריכים להיות מופרשים מהגוף, הריכוז המקסימלי של השתן מגיע ל-1200 מיליאוסמול/לליטר. 600 מיליאוסמול ליממה מחולקים ב-1200 מיליאוסמול בליטר שווים לחצי ליטר שתן ביממה, כמות המכונה "נפח שתן הכרחי". הכליות למעשה תאזנה את נפח המים בגוף בעקבות צריכה במערכת העיכול. בתגובה לצריכת מים דרך מערכת העיכול ולאידום במהלך פעילויות ותהליכים שונים, מוטל על הכליות התפקיד של איזון נפח המים בגוף. בכליות נקבעת כמות המים שתופרש, וכמות המומסים (בראשם נתרן, המומס העיקרי בנוזל החוץ-תאי בגוף) בהם. לריכוז הנתרן תפקיד חשוב במשק המים של הגוף, רמתו תהיה קבועה לשימור הומאוסטאזיס (135-142 מילימול/לליטר). במידה ושיעורו יעלה, המערכות המווסתות יגרמו להפרישו, או להעלות את כמות המים הנספגת, ובמידה ושיעורו ירד, ישמרו או יקטינו את כמות המים, על ידי שינוי קצב סינון המים, או קצב הספיגה החוזרת מהמערכת. כך מאזנות הכליות את משק המים והמלחים.

Vasopressin- Anti Diuretic Hormone - ADH

הורמון נוגד השתנה מופרש מהאונה האחורית של יותרת המוח. תפקידו להשפיע ישירות על ספיגה חוזרת של מים מהכליה. הגורם לכך הנו שינוי באוסמולריות של הנוזל החוץ-תאי, הנובע מירידה של המים בנוזל זה. קולטנים הנמצאים בהיפותלמוס מגרים את הפרשת ההורמון עם העלייה באוסמולריות של הנוזל החוץ תאי, והפרשת ההורמון תואט כאשר יורדת האוסמולריות, לדוגמה התייבשות, שתעלה את האוסמולריות.

במצב תקין, אוסמולריות נורמלית הנה בטווח של 269-298 מיליאוסמול/ק"ג. במצב תקין מתקיים איזון בין האוסמולריות מחוץ לתא לאוסמולריות בתוך התא.

עלייה בפעילות סימפתטית של מערכת העצבים מגרה את הפרשת ההורמון נוגד השתנה. פעילותה תוגבר בתגובה לירידה בלחץ דם או בנפח הדם.

גוף האדם הבוגר מכיל כמות נוזלים בטווח של 50%-55% ממשקל גופו, ערך זה תלוי בגיל ובמין, כאשר בגבר תכולה גבוהה יותר מאשר באישה, כתלות בהרכב הרקמות. אחוזי המים בגוף של ילדים גבוהים מאשר של מבוגר. באדם הבוגר שני שליש מהנוזלים הנם תוך תאיים, ושליש חוץ תאיים.

מים מתווספים לגוף דרך מערכת העיכול בשתייה ובמזון, מים נוספים מופקים בגוף בתאים במהלך חמצון פחמימות, כחלק מהנשימה התאית. תהליכים פיסיולוגיים ומטבוליים משפיעים על מאזן נוזלים/הומאוסטאזיס (הכמות הנצרכת שווה לכמות המופרשת). הפרת מאזן הנוזלים עקב אובדן וצחיחות מחד מול היפונתרמיה (ירידה ברמות הנתרן בדם מתחת לערכים התקינים) מאידך, ישפיעו על תפקוד, תוך התפתחות תסמינים קליניים, ועד לסכנת חיים.

ויסות רמת הנוזלים בגוף

הפרשת מים

בלוטות הזיעה בעור מפרישות מים על מנת לשחרר חום תוך התאידות. בתנאים רגילים מופרשים כ-100 מיליליטר מים ביממה, בתנאים קיצוניים של חום ומאמץ, האובדנים בהזעה יכולים להגיע לליטר עד שלושה בשעה (1).

בריאות האוויר הננשף מהריאות מכיל את המים שהתאדו לתוכו. בדרך זו, ננשפים כ-350 מיליליטר של מים ביממה. בטמפרטורות נמוכות, באוויר יבש. הפער שבין לחות האוויר הנשאף ללחות האוויר הננשף גדל, ועמו תגדל כמות המים בגז הננשף.

במערכת העיכול, בתהליך ספיגה ועיכול, נפלטת ממערכת העיכול עם הצואה כמות של כ-100 מיליליטר מים ביממה.

מערכת השתן מפרישה מים במצב תקין, כאשר הכמות הנוצרת ביממה משתנה. הכמות המינימלית של שתן ביממה תלויה



טבלה 1: כמויות שתיה מומלצות (מ"ל/שעה) לפי דרגת מאמץ ותנאי סביבה (אדם במשקל 70 ק"ג) (8)

תנאי סביבה דרגת מאמץ	עד עומס קל	עומס חום בינוני	עומס חום כבד
מנוחה <120kcal/h	50	100	200
עצימות קלה 120kcal/h-300kcal/h	400	500	600
עצימות בינונית 300kcal/h-450kcal/h	500	700	800
עצימות גבוהה >450kcal/h	850	אין לבצע פעילות גופנית	אין לבצע פעילות גופנית

קיימת ירידה
הדרגתית בנוזלי
הגוף בשיעור של
כ 15% במהלך
החיים מגיל עשרים
עד גיל שמונים.
בשל ההפחתה
ברמות נוזלי הגוף
קיים חשש למהלך
הדרגתי של צחיחות

ורכיבים פעילים ביולוגית אחרים. מקור נוסף לנוזלים הוא חלב דל שומן ומשקאות סויה. משקאות אלה אינם נטולי קלוריות, ויש לחשב זאת בתכולה הכללית של הקלוריות בתפריט. בנוסף, תרומת התפריט למאזן הנוזלים גם כן תילקח בחשבון: פירות וירקות עתירי מים, מרקים ועוד (4).

צחיחות - התייבשות

צחיחות הנו מצב בו מתקיים מאזן נוזלים שלילי. זו תופעה שעלולה לקרות במצבים כמו: אובדני נוזלים עקב שלשולים (עד 5 ליטר/יממה), הקאות, עליה בחום הגוף (100-200 מ"ל/יממה), הנקה (ליטר מים על כל ליטר חלב) ובקשישים (ירידה בתחושת הצמא והימנעות משתיה מסיבות חברתיות).

צחיחות יכולה לבקוע גם מפתולוגיות (כגון חסימת מעי, מחלות כליה-אובדן כושר לספיגה חוזרת של נוזלים, סוכרת, פגיעה בהיפותרמוס ועוד), שהייה בגבהים, תרופות מסוימות, הימנעות משתיה, תנאי אקלים קיצוניים - קור או חום, פעילות גופנית ממושכת ועצימה במיוחד בתנאי מזג אוויר עוינים. בנוסף קיים מצב של "התייבשות מרצון", כאשר מסיבה כלשהי נמנעים משתיה באופן מודע (לדוגמה ספורטאים מקטגוריות משקל שמנסים לאבד נוזלים באמצעות משתנים ובד בבד נמנעים משתיה).

צחיחות עלולה להוביל אנשים שעוסקים בפעילות בתנאי אקלים קיצוניים למכת חום (מכת חום עלולה לקרות גם כשלא קיימת צחיחות מסיבות שונות).

צחיחות שכחה בקרב אנשים העוסקים בפעילות גופנית, וחומרתה מבוטאת באחוזים ממשקל הגוף: אובדן של 2% גורם לפגיעה בכושר הגופני ובתפקודים הכלליים. אובדן של 5% משקל גוף - תחושת צמא, סומק עז, תחושת חום במגע עם העור, עצבנות יתר ותופעות נוספות כבילות וטכיקרדיה. אובדן של 6%-10% ממשקל הגוף - תופעות במערכת העצבים המרכזית כגון קושי בתנועה, קושי בדיבור, תחושת נימול ועוד תסמינים. אובדן נוזלים ברמה של 10% - אי שקט, טשטוש ראייה, בלבול, הזיות, גפיים קרות, עד אובדן הכרה ואובדן חיים (3,1).

בהתייבשות מתקיימת ירידה בהובלת דם על פני העור (1) (על מנת להפריש זיעה), הפחתה בזרימת הדם לשרירים (כולל שריר הלב), הפחתה במתן שתן, ופגיעה ביכולות הן הפיסיות והן הקוגניטיביות (6,5).

גורמים נוספים יכולים להשפיע על הפרשת הורמון נוגד השתנה, כגון הקאה או שלשולים, אשר גורמים לעלייה בהפרשתו וכתוצאה מופעל המנגנון שישמר מים שאבדו במערכת העיכול. בעקבות אנגיטנסין 2 מופרש אלדוסטרון מיותרת הכליה, וגורם לספיגה חוזרת של נתרן וספיגה חוזרת מועטה של מים. קיימות מספר מערכות המשפיעות על כמות המים המופרשת בשתן, במידה וישתנה קצב הסינון לכליות או קצב הספיגה החוזרת, המערכות יפצו על אי פעילות או פעילות חריגה שלהן, וזאת, על מנת לשמור על נפח נוזלים ואוסמולריות נאותים (הומאוסטאזיס) (2).

מנגנון הצמא

איוון משק המים בגוף אינו מתבצע רק בקביעת נפח השתן או המים, אלא תלוי גם בכניסה של מים לגוף. כניסת מים דרך מערכת העיכול תושפע גם בעזרת מנגנון הצמא.

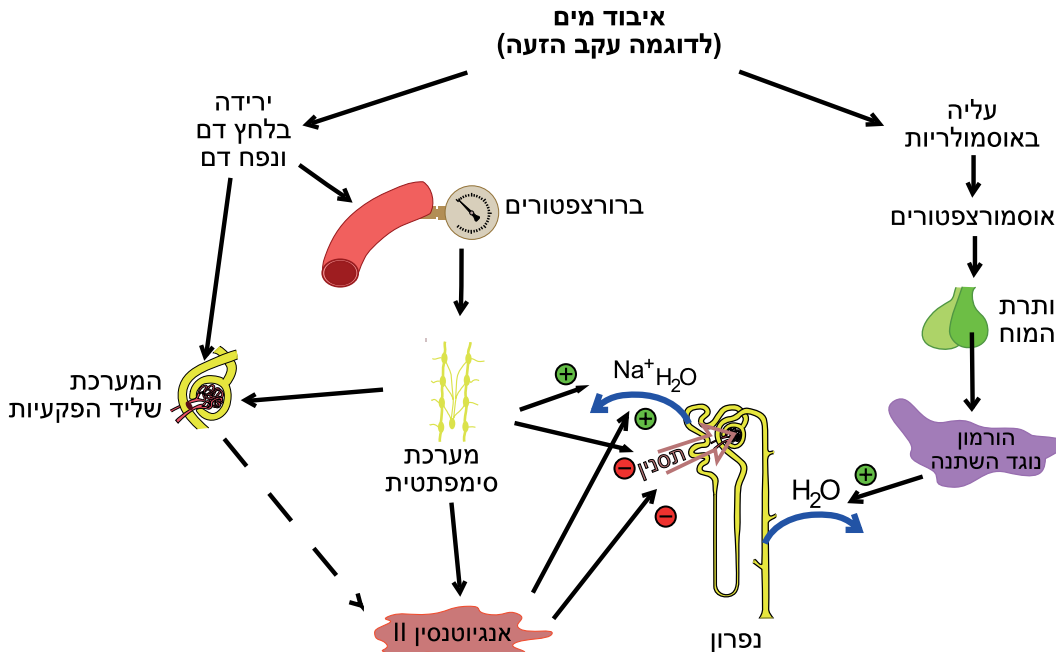
אל מרכז הצמא שבמוח מגיעים גירויים מאוסמורצפטורים המנטרים את כמות המומסים שבפלזמה ובנוזל מח השדרה. אותם אוסמורצפטורים, אשר מפעילים את שחרור הורמון נוגד ההשתנה, גורמים לתחושת צמא כאשר אוסמולריות הדם עולה, קיימת ירידה בנפח הנוזל החוץ תאי, מתקיימת ירידה בלחץ הדם ונחוזה יובש בפה. מרכז הצמא מופעל, מתרחשת עלייה ברמת אנגיטנסין II. ההרחבה של דפנות מערכת העיכול תראה כניסה של מזון ומים, ותדאק את הצמא.

על פי רב, ועל מנת לשמר מאזן נוזלים רצוי, וכשמדובר באובדנים עקב מזג אוויר קיצוני (רמות טמפרטורה, אחוזי לחות ויובש, תנועה באוויר/רוח), מצבי חולי ופעילות גופנית מאומצת, בהם עלולים להגרם אובדים גדולים של נוזלים, מומלץ לרב להרבות בשתייה, במיוחד בשל כך שמנגנון הצמא אינו מפותח דיו ואין לסמוך עליו (3). ידוע ומוכן שצריכה של מים הנה המיזם הטוב ביותר. אולם, כיום קיים מגוון רחב של אפשרויות מיום שמן הראוי לציין גם אותן. בתעשיית המשקאות מיוצרים משקאות תוססים ללא ערך קלורי, זאת חלופה לכאלה שעדיין אינם מסוגלים לשתות מים, ומומלץ בהדרגה, ובמקביל לסגל לעצמם שתיית מים. מקור נוסף הנו משקאות שמכילים קלוריות כמיצים טבעיים או משקאות מותססים וממותקים. אמנם המלה טבעי מאד מפתה, אולם שני הסוגים מכילים כמויות נכרות של סוכר שאינם חלופה ראויה לשתייה, ומומלץ להימנע מהם.

מקור שני למים, בשכיחות גבוהה, הנם קפה ותה, אלה משקאות שללא המתקה בסוכר יתרמו מיום, נוגדי חמצון, פלבנואידים



איור 1: מנגנונים אנדוקריניים ועצביים לשימור הומאוסטאזיס



מתוך ויקיפדיה #משק המים בגוף האדם

יש להתאים את כמויות הנוזלים לאובדנים ולאופי התפריט (חלבון ואלקטרוליטים), להימנע ממשקאות אלכוהוליים, וכן ללמד את המטופל להכיר סימני צחירות כגון עייפות, סחרחורת, צמא, שתן כהה, מיחוש ראש, יובש בפה, עור יבש והתכווצויות. מזונות עשירים בנוזלים כמו פירות, ירקות ומוצרי חלב מסוימים יתרמו למאזן נוזלים חיובי (12).

יש לטפל בהימנעות משתייה מסיבות חברתיות (אי שליטה והרטבה) על ידי עידוד שתייה בכמויות קטנות, ועידוד הליכה להתפנות. במקרה שלא ניתן לאזן את כמות הנוזלים (למשל במצב של בחילות והקאות חוזרות) ואם מתפתחת צחירות, יש לחבר את המטופל לעירוי, ולצרף לעירוי תרופה שמונעת הקאות (פרמין) (4,13,14).

צבע השתן ותכיפות הטלתו הנם חוק אצבע אמין ביותר למצב המים: תכיפות הטלת שתן נמוכה וצבע שתן כהה מעידים על מאזן נוזלים שלילי. בספורטאים ההמלצה היא להישקל בטרם פעילות ועם סיום הפעילות כשההפרש בין השקילות, מבטא את כמות הנוזלים שיש להשלים (7).

צחירות בקרב קשישים

צחירות והיפונטרמיה הנן תופעות שכיחות בקשישים, במיוחד במאושפזים בבתי חולים ובמוסדות סיעודיים. קיימת ירידה הדרגתית בנוזלי הגוף בשיעור של כ-15% במהלך החיים מגיל עשרים עד גיל שמונים. בשל ההפחתה ברמות נוזלי הגוף קיים חשש למהלך הדרגתי של צחירות (9).

הקשיש יכול לחוות היעדר תחושת צמא, אשר מונעת ממנו את הצורך בשתייה. כתוצאה מההליך ההזדקנות, פוחתת יכולת הכליות לשמר או להפריש נתרן, וכן יכולות גם להיות מגבלות ביכולת בליעה ותנועתיות מע, שימוש בתכשירים להקלת פעולות כמשלשלים ומשתנים, תרופות שונות, הימנעות משתייה מסיבות חברתיות - החשש מאי שליטה והרטבה, היעדר משקה מועדף וזמין, בעיות בליעה, ונוסף על כל אלה תתכנה בעיות בתקשורת עם הסביבה של המטופלים, והבנה בזמן אמת של צורך בשתייה.

תסמינים אופייניים בקשישים הם בלבול, קשיים בהליכה ובשווי משקל, יובש בפה, עור יבש, עיניים שקועות, היעדר דמעות וזיעה, טכיקרדיה, לחץ דם נמוך, תכיפות נמוכה בפינוי שתן ועצירות (10). הטיפול יתמקד בעידוד שתייה במשך היום על ידי זמינות מים לצד הקשיש, או בבקבוק שתיה אישי, או גביע או בקבוק עם קשית, תוך הקפדה על לוח זמנים קבוע לשתייה. הגשת תרופות עם נוזלים, הגשה של שתיה מועדפת (תה, תה ירוק, קפה קר או חם, לימנדה), הקפדה על כמויות נאותות של נוזלים במיוחד במקרה של סיכון לצחירות, שתייה בלגימות קטנות ולא כמויות גדולות בבת אחת, ובאם אין התוויות נגד יש גם לעודד שתייה עם הארוחה (11).

היפונטרמיה

היפונטרמיה הנה ירידה ברמות הנתרן בפלסמה מתחת לערכי הנורמה (135-142 מילימול/לליטר). תופעה זאת מכונה בציבור "הרעלת מים". והיא באה לידי ביטוי בקרב קשישים, ספורטאים וחיללים ביחידות שדה, ובמצבים של הפרעה נפשית (פולידפסיה). תסמינים להיפונטרמיה, כשהיא מחמירה, הם פיזיים וקוגניטיביים: לאות קיצונית, בלבול, פרוסוסים, הקאות, כאבי ראש, אי שליטה על סוגרים עד לאובדן הכרה וסכנת חיים.

נתרן הוא הקטיון השכיח ביותר במדור החוץ תאי. הוא מאזן את חלוקת המים בגוף, מסייע בהעברת אימפולסים עצביים ובהכנסת סידן לתא. רמות נתרן בטווח תקין מאזנות על ידי הכליות.

גרם אחד של מלח מכיל 400 מ"ג נתרן ו-600 מ"ג כלור. כפית מלח תכיל כ-4 גרם. המרה: 1mEqNa=22.5mg 1grNa=44mEq

בעולם המערבי ממוצע צריכת מלח הוא כ-12-18 גרם ליממה (40% - 3.2-4.8 גרם נתרן) הרבה מעבר לאובדנים במנוחה (כ-25 מ"ג בשתן, כ-100 מ"ג דרך העור וכ-25 מ"ג בצואה ביממה). לאתלטים עלול

מאומנים בכושר
גופני גבוה
ומאוקלמים יאבדו
פחות נתרן בזיעה,
ולכן הם בסיכון נמוך
יותר להיפונטרמיה,
ואילו אנשים רזים
וקטנים ומגדר-
נשים יהיו בסיכון
גבוה יותר. משך
פעילות גבוה מ-4
שעות ללא צריכת
נתרן ושתיית מים
או נוזל היפוטוני,
כל אלה חושפים
את המתאמן
להיפונטרמיה



להיווצר צורך בנתרן עקב אובדנים בזיעה - הטווח רחב, תלוי במידת האימוץ והאקלים, יכול לנוע בין 500 מ"ג ל-1150 מ"ג לליטר זיעה (כ-22 עד 50 מיליאקווילנט/ליטר).
גורמי הסיכון להיפונטרמיה הם גיל, מחלות כמו אי ספיקת כליות, לב וכבד, תרופות, נטילת ממריצים, שתיה מרובה של מים, הזעת יתר, מאמץ גופני ממושך ועצים, או המלצה רפואית על הימנעות ממלח בתפריט (3).

היפונטרמיה בקרב קשישים

להיפונטרמיה בקשישים מספר גורמים: גיל - ככל שיעלה כך השכיחות תעלה, המנעות קיצונית מצריכת מלח בתפריט, תרופות משתנות, תרופות אנטי דיכאניות, תרופות אנטי כפיניות, פגיעה בבלוטות האדרנל, אי ספיקה של הכליות, הכבד והלב, תת פעילות בלוטת התריס, ממאירויות בעיקר בראות, נוגדי דלקת לא סטרואידית (NSAID) ודלקות ומחלות כרוניות שונות.

התסמינים הנם תמונת ראי של תסמיני צחיחות (15,16).
מניעה תתבצע באמצעות בדיקות דם, נטור רמות אלקטרוליטים, נפח דם, אוסמולריות הדם והשתן, במיוחד במחלות כרוניות, וכשהקשיש נוטל תרופות שעלולות לפגע בהומאוסטאזיס. כמו כן, מעקב אחר שתיה ותפריט הקשיש, הערכת אובדני נוזלים ומאוזן נוזלים וצריכת מלח, ובדיקה תקופתית של תפקודי כליה במיוחד במחלות כרוניות (17).

הטיפול בהיפונטרמיה בקשישים יכלול שינוי במינון או החלפת תרופות, שינויים בכמויות המים שנצרכות, הערכה מחודשת של צריכת נתרן במיוחד בהנחיה של תפריט דל נתרן, תוספת נתרן לתפריט בהתאם לבדיקות והתאמת צריכת הנוזלים, ובמקרה של החמרת התסמינים נדרש אשפוז מדי (16).

היפונטרמיה במאמץ גופני

היפונטרמיה כתוצאה ממאמץ עלולה להתרחש בתוך 24 שעות מהמאמץ. יכולה להיות היפונטרמיה ללא תסמינים כשהיא מתונה, או עם תסמינים כשהיא מחמירה. היפונטרמיה עלולה לקרות במקצועות בהם משך ועצימות הפעילות גבוהים כגון: איש הברזל, מרתון, טריאתלון, ריצות ממושכות, מסעות ממושכים ובמאמצים עצימים (צבא או במסעות ופעילויות אתגריות באזורי אקלים קיצוניים).

בהיפונטרמיה חמורה קיימת סכנה של בצקת במח, ומכאן הפרעות נוירולוגיות, ובהמשך גם בצקת ריאות.

התופעה מתרחשת כאשר מתקיימת צריכת מים גבוהה בעקבות אובדני נוזלים בהזעה מרובה. נוסף על כך, במאמץ גדול מופחת אובדן מים מהכליות, ובעקבות מנוחה וצריכת מים מעבר לאובדנים עלולה להתקיים אגירת נוזלים ודילול הדם מנתרן, בד בבד עם הימנעות מצריכת נתרן במשקה או בחטיפי (7).

הסיבות להיפונטרמיה הן: הזעת יתר, שתיית יתר של מים או משקה היפוטוני, הימנעות מצריכת נתרן, ובנוסף ההורמון האנטי דיורטי שאינו מדאכ לחלוטין ותורם גם הוא, במידת מה, לספיגה חוזרת של מים מהכליה.

מאומנים בכושר גופני גבוה ומאוקלמים יאבדו פחות נתרן בזיעה, ולכן הם בסיכון נמוך יותר להיפונטרמיה, ואילו אנשים רזים וקטנים ומגדר-נשים יהיו בסיכון גבוה יותר. משך פעילות גבוה מ 4 שעות ללא צריכת נתרן ושתיית מים או נוזל היפוטוני, כל אלה חושפים את המתאמן להיפונטרמיה.

כאמור, עקב אובדנים בזיעה יש לאתלטים צורך בנתרן. הטווח רחב, תלוי במידת האימוץ והאקלים, רמות הנתרן בזיעה יכולות לנוע בטווח שבין 500 מ"ג ל-1150 מ"ג לליטר זיעה (כ-22 עד 50 מיליאקווילנט/ליטר), בפעילות ממושכת, באם לא צורכים נתרן, ריכוזי הנתרן בזיעה בתחילת הפעילות יהיו גבוהים מאשר בסופה, זאת אדפטציה לחוסר באלקטרוליט, כתוצאה בפעילות של מנגנוני פיצוי (18).

בעקבות מקרה ביחידה מובחרת לפני מספר שנים, ננקטו צעדים מניעתיים בתכנון מסע של פעילות עצימה מאד (דרגת הקושי הוכחה למעשה בבדיקת רמות קריאטין פוספוקינאז CPK) רמות גבוהות של האנזים העידו על פעילות בעצימות גבוהה. נעשו שינויים שבהם רופא היחידה ערב אותי (דיאטנית).

חלוקה של מזון במהלך המסע: שתי ארוחות פריסה עשירות בפחמימות ובמלחים, חטיפים/מקלות מלוחים, מרק עוף משקיות, וכן משקה שהוכן במטבח היחידה ממים, ריבה ומלח, לו הענקתי את השם "ריבונדה" שמשמש עד היום. (בליטר מים: 5 גרם מלח ו-50-60 גרם סוכר שהתקבלו מהריבה).

נעשתה הערכה בעקבות ההתערבות ונצפתה השפעה מיטיבה, אם כי בעקבות המסע עדיין היו לוחמים שרמות הנתרן בדמם היו גבוהות, או אף מתחת לערכי המינימום, ללא תסמינים.

המלצה ככלל: שימוש במשקאות ספורט המכילים מלח, איזוטוניים ולא היפוטוניים. חטיפים המכילים מלח מדי שלוש עד ארבע שעות פעילות. מומלץ להתחיל את הפעילות ממויים (רווי), ובעקבות ארוחות שמכילות אלקטרוליטים (על פי רב בתפריט לא חסר מלח (18).

מסקנות כלליות לטיפול ומניעה של היפונטרמיה במאמץ גופני:

- הכרת התסמינים ואבחנה מהירה
- איתור גורמים אפשריים לתסמינים המוזכרים לעיל
- זיהוי יחידים וקבוצות בסיכון
- מניעה ראשונית כהכנה לאתגרים הגופניים וניהול סיכונים
- מניעה שניונית - התערבות
- תחקיר, מסקנות והמלצות

מן הראוי להזכיר כי לפרופ' עזרה זהר ז"ל ולפרופ' יאיר שפירא, יבדל לחיים ארוכים, היה חלק חשוב בביטול משמעת המים, שהייתה קיימת בצה"ל באותה תקופה (19).

לסיכום

הדרך הטובה ביותר למנוע צחיחות מחד ותת רמה של נתרן מאידך הנה הערכת הנתונים, הן אם מדובר בקשישים או בספורטאים, הערכת הפעילות ותנאי הסביבה, הערכה של התפריט והשתייה על גווניה, מניעת מצבי הסיכון, הקפדה על הכללים והנהלים בקרב אתלטים ולוחמים, ומתן מענה בזמן אמת לצרכים.

אם מדובר בפעילות יש לבצע הכנה נכונה לקראתה. יש להתחיל פעילות במאוזן נוזלים תקין. טמפרטורת הנוזל יכולה לקבוע את הכמות הנצרכת, נוזל צונן לא מוגז יעבר לשותה. כשלוש שעות בטרם פעילות יש לצרוך מים בנפח של 1-2 ליטר נוזלים, תוך שימת לב לצבע השתן, באם הוא כהה להוסיף שתיה. חמש דקות בטרם פעילות לפנות שלפוחית שתן. תוך כדי פעילות יש לקחת בחשבון שלא ניתן לצרוך מעבר לליטר מקסימום ליטר וחצי, שכן קצב הפינוי של הנוזל אינו עולה על הכמות הזאת, ולכן, נפח גדול מזה יגרום לאי נוחות מהקיבה כמו בחילות ופגע בפעילות. ההמלצה היא לצרוך 150-350 מ"ל בכל 15-20 דקות פעילות על פי הסבילות האישית.

כמובן, שקצב ההזעה ואובדני הנתרן שונים מאדם לאדם עקב נטייה גנטית, גיל, מגדר, כושר גופני, נסיון והרכב הרקמות. במאמצים ממושכים יש לצרוך נתרן במשקאות או בחטיפים. דרך להעריך אובדני נוזלים הנה כאמור שקילה בטרם פעילות ולאחריה, ההפרש מעיד על כמות הנוזלים שיש להשלים. באם בתום הפעילות נצפית עליה במשקל, יש חשד שעלול להתקיים מצב של היפונטרמיה (20).

המאמר, כולל רשימת המקורות, מופיע באתר מכון תנובה למחקר

הטיפול

בהיפונטרמיה

בקשישים יכלול

שינוי במינון או

החלפת תרופות,

שינויים בכמויות

המים שנצרכות,

הערכה מחודשת

של צריכת נתרן

במיוחד בהנחיה

של תפריט דל

נתרן, תוספת נתרן

לתפריט בהתאם

לבדיקות והתאמת

צריכת הנוזלים,

ובמקרה של

החמרת התסמינים

נדרש אשפוז מדי



משק הנוזלים במאמץ גופני

גיא שלמון

דיאטן קליני וספורט ופיזיולוג מאמץ

השינויים הפיזיולוגיים המתרחשים במהלך פעילות גופנית יוצרים תנאים מאתגרים, אשר עלולים לחשוף את הספורטאי לסכנת התייבשות. צריכת נוזלים נאותה ומספקת סביב אימונים, והקפדה על מאזן מלחים תקין, הן תנאי הכרחי להבטחת בריאותו של הספורטאי.

השפעת משק הנוזלים על התפקוד במאמץ גופני

במהלך פעילות גופנית מים ואלקטרוליטים הולכים לאיבוד מהגוף, כחלק מהרגולציה של תהליך ההזעה. במצבים מסוימים, במיוחד כאשר הפעילות הגופנית היא ממושכת, מתבצעת בעצימות גבוהה ו/או בסביבה חמה, אובדן המים והאלקטרוליטים בזיעה עלול לגרום לחוסר איזון של מים או אלקטרוליטים בגוף, ומכאן להוביל לפגיעה בביצוע הספורטיבי (1,2,3).

ירידה בכושר הגופני, וביכולת לבצע פעילות פיזית, כתוצאה מהתייבשות, נגרמת מירידה בתפוקת הלב, ירידה בזרימת הדם לשרירים, עלייה בטמפרטורת הגוף, ותחושת מאמץ מוגברת. היכולת הפיזית יורדת ביחס ישיר לדרגת ההתייבשות. ככל שגוברת דרגת ההתייבשות, ניכרת ירידה בתפקודים הקוגניטיביים והפסיכומטוריים, בהם גם זמן התגובה. במצב של מאזן נוזלים שלילי ניכר, בשיעור של יותר מ-5% ממשקל הגוף, נפגע גם מנגנון התרמו-רגולציה לוויסות חום הגוף, וחלה ירידה בפרפוזה שאינה מאפשרת את הסעת החום מגרעין הגוף להיקפו.

ככל שדרגת ההתייבשות גוברת כך הירידה ביכולת הביצוע הופכת להיות משמעותית והיא כוללת: פגיעה בביצועים אירוביים וירידה

ם מהווים מקור חיוני לחיים, ושמירה על רמות הידרציה אופטימליות חשובה לתפקוד יומי. המים מהווים את רוב המסה של מרבית היצורים החיים, ובהם גם אנחנו בני האדם. כל תא חי זקוק לכמות מסוימת של מים כדי להתקיים. המים משמשים כנוזל תוך-תאי (ציטופלזמה) וגם כנוזל חוץ תאי (בדם ובין התאים), והם מהווים גם מרכיב בנוזלים השונים של הגוף, כגון: דם, נוזל סינוביאלי (נוזל במפרקים), רוק ושתן.

כדי לשמור על כמות קבועה של מים בגוף, על מערכות הגוף לקיים פעולות פיזיולוגיות, שבאמצעותן כמות המים היוצאת מהגוף תהיה שווה לכמות המים הנכנסת לגוף. בעוד שמערכת העיכול והנשימה התאית במיטוכונדריה הן האחראיות על הכנסת נוזלים לגוף, הרי שמערכת השתן, הצואה, העור והריאות הן המערכות האחראיות על היוצאת הנוזלים מהגוף. בתנאים של אקלים חם ובמאמץ גופני ארוך ואינטנסיבי אובדן המים בהזעה עולה, והוא הופך להיות גורם מכריע במאזן הנוזלים.

ריכוז המומסים (אוסמולליות) בנוזלי הגוף נשלטת היטב, ודי בשינוי קטן בריכוזים בכדי לעורר תגובה פיזיולוגית של צמא (בכדי להגביר צריכת מים) או תגובה פיזיולוגית של עליה בדחיפות מתן השתן (בכדי להגביר סילוק מים מהגוף). באופן כללי, נוזלי הגוף נשמרים בגבולות צרים. יחד עם זאת, אם הפסדי המים לא מוחלפים מאספקה חוזרת גדל הסיכון להתייבשות. איבוד נוזלים של בערך 2% ממשקל הגוף עלול לגרום לירידה בנפח הדם, לעלייה במומסים, לכאבי ראש ולעייפות (1,2).





אם הספורטאי חש
תשישות, צימאון
ואיבוד משקל גוף
ביחס למדידה של
המשקל לפני תחילת
הפעילות אזי בכדי
להגיע לתיקון מהיר
ומלא של משק
הנוזלים, יש לשתות
1.25-1.5 ליטר מים
על כל איבוד של 1
ק"ג ממשקל הגוף
בהשוואה למשקל
שנמדד לפני תחילת
המאמץ

לכושרו הגופני של הספורטאי, לגילו ולמידת האקלום שלו לחום. בנייר העמדה (7) של ISSN משנת 2018 נכתב, כי הרכיב הארגוני המשמעותי ביותר עבור אתלטים הוא מים, והגבלה של כמות נוזלים הנאבדים מהגוף בזמן מאמץ גופני היא אחת האסטרטגיות היעילות ביותר בכדי לשמר יכולת גופנית. מהסיבה הזו, רצוי שספורטאים יאמצו כללי שתייה במשך היום כולו בכדי למנוע התייבשות, ידאגו לצרוך כמות נוזלים מספקת לפני פעילות גופנית ממושכת, במהלך פעילות גופנית ומיד לאחריה. על מנת לעודד את צריכת הנוזלים יש לדאוג שהשתייה תהיה קרירה (15-21 מעלות צלזיוס), טעימה ולא מוגזת (8).

קצב פינוי הנוזלים מהקיבה מוגבל לקצב מרבי של 1000-1500 מ"ל לשעה, ובמאמץ גופני אף פוחת (8). מהסיבה הזו, כמות נוזלים גדולה המקשה על יכולת הפינוי שלהם מהקיבה עלולה לגרום לתחושת

ב-VO2 max, תחושת מאמץ סובייקטיבית גבוהה יותר עבור אותה דרגת מאמץ, ניצול מוגבר של גליקוגן, עלייה בחום הגוף וסיכון למכת חום (4,5). לפיכך התייבשות היא בבחינת גורם סיכון ישיר ושכיח למכת חום במאמץ. מהסיבה הזו, אסטרטגיות לצריכת נוזלים ומלחים בהתאמה אישית הן חשובות ומומלצות לספורטאים העוסקים במאמץ גופני ממושך. ספורטאי המצוי במאון נוזלים שלילי כבר בתחילת הפעילות עלול להגיע להתייבשות כשעה מרגע תחילת הפעילות (6).

צריכה של נוזלים, שמטרתה למנוע עלייה בחום הגוף אומנם מהווה מהלך חשוב ומרכזי, אך היא לבדה אינה הגורם הבלעדי המונע את עליית החום במאמץ. לפיכך, מניעת פגיעות חום מחייבת, מלבד נוזלים, גם התאמה של עצימות המאמץ, והקפדה על תנאי סביבה הולמים בהם מתקיים המאמץ תוך התייחסות למזג האוויר,





לכל ספורטאי. מומלץ להנחות את הספורטאי לשים לב לתחושת הצמא ולרמת ההזעה שלו, שמשתנה בין מאמצים, ולהתאים את השתייה לכך.

ההמלצות המקצועיות המקובלות לצריכת נוזלים בזמן מאמץ מתייחסות לפעילויות של ספורט תחרותי, לרבות ריצת מרתון. כמויות הנוזלים המומלצת עבור רץ מרתון היא 0.4-0.8 ליטר לכל שעה של מאמץ (5). ככל שהספורטאי הוא בעל משקל גוף גבוה, מקיים פעילות בעצימות גבוהה והפעילות מתקיימת בסביבת אקלים חמה, כך רצוי שצריכת הנוזלים תשאף לסף הגבוה, 0.8 ליטר לשעה. במאמץ ממושך מעל שעתיים רצוי לשקול צריכת משקאות המכילים נתרן בריכוז דומה לריכוז הנתרן בזיעה, כלומר 500-700 מ"ג לליטר מים. ריכוז זה אופייני גם למשקאות איזוטוניים המכילים מים, מלחים וסוכרים המאפשרים אספקה חוזרת של הרכיבים הללו לספורטאי הסבולת לב ריאה תוך כדי המאמץ הממושך.

לאחר מאמץ גופני ממושך

לאחר פעילות גופנית ממושכת, יש צורך למלא חזרה את החסר בנוזלים ובמלחים בהתאם לצורך. בהיעדר התייבשות משמעותית, שתייה לאחר מאמץ על פי תחושה סובייקטיבית עשויה להספיק עבור החזר הנוזלים. לעומת זאת, אם הספורטאי חש תשישות, צימאון ואיבוד משקל גוף ביחס למדידה של המשקל לפני תחילת הפעילות אזי בכדי להגיע לתיקון מהיר ומלא של משק הנוזלים, יש לשתות 1.25-1.5 ליטר מים על כל איבוד של 1 ק"ג ממשקל הגוף בהשוואה למשקל שנמדד לפני תחילת המאמץ (5). במילים אחרות, יש צורך להישקל ללא בגדים לפני הריצה ולאחריה, ואז להשלים את תוספת המשקל שאבד, על פי ההמלצות לעיל, באמצעות החזר הנוזלים. לשיטה זו יש חולשות וקיים קושי ליישם אותה בכל תנאי, שכן היא מצריכה מהספורטאי להסתובב עם מכשיר למדידת משקל בו עליו להשתמש מיד עם הגעתו לקו הסיום.

לסיכום

השינויים הפיזיולוגיים המתרחשים במהלך פעילות גופנית יוצרים תנאים מאתגרים אשר עלולים לחשוף את הספורטאי לסכנת התייבשות.

ככל שהפעילות ממושכת יותר וככל שעקת החום הסביבתית גבוהה יותר, כך גובר גם הסיכון להתפתחות היפונתרמיה. בהעדר טיפול מתאים, עלולות תחלואות אלה להיות מסוכנות. מניעתן היא לפיכך חיונית ובעלת חשיבות עליונה, הן לבריאותו של המתאמן והן ליכולתו לעמוד בתנאי המאמץ.

צריכת נוזלים נאותה ומספקת סביב אימונים, כמו גם הקפדה על מאזן מלחים תקין, הן תנאי הכרחי להבטחת בריאותו של הספורטאי, והן מהוות חלק בלתי נפרד מתכנון נכון של סרגל מאמצים.

בחילה ולהקאה. לפיכך, עבור המתקשים לצרוך נוזלים במאמץ, הרגל שתייה נכון במהלך פעילות גופנית ממושכת צריך לכלול כמויות קטנות של נוזלים (150-300 מ"ל), ובמרווחי זמן קבועים (כל 20-15 דקות) על מנת לאפשר להם הידרציה מיטבית (8).

היפונתרמיה

היפונתרמיה (רמה נמוכה של נתרן בדם) היא מצב בו רמת הנתרן הנמדדת בדם פחותה מ-135mmol/L. היפונתרמיה מיוצגת כחוסר יחסי של מינרל נתרן לעומת המים, ולכן בפועל ניתן לפתח היפונתרמיה לא רק כאשר הגוף מאבד נתרן בהזעה, אלא גם כאשר צורכים כמויות עודפת של מים המביאים לדילול ריכוז הנתרן בדם. כאשר כמויות המים עודפת, ומובילה להיפונתרמיה המצב נקרא בשפה העממית "הרעלת מים". הסימפטומים המתלווים להיפונתרמיה קלה יכללו סחרחורת, כאב ראש ובחילה. כאשר ההיפונתרמיה מחריפה (בהתאם לירידה ברמת הנתרן בדם) עלולים להופיע גם הקאות, התכווצויות שרירים, פרכוסים ואובדן הכרה (9) עם סיכון עד מוות.

צריכת נוזלים במאמץ גופני

לפני מאמץ גופני ממושך

פעמים רבות ספורטאים עלולים להתחיל פעילות גופנית עם מצב נוזלים ירוד, ולכן חשוב להקפיד שאת הפעילות יש להתחיל במצב של מאזן נוזלים תקין (10,5). על מנת להקנות מספיק זמן לספיגה של הנוזלים יש לשתות באופן איטי והדרגתי כשעתיים-שלוש שעות לפני הפעילות נפח נוזלים כולל של 1-2 ליטרים. יחד עם זאת, יש להזהר ממצב של רווית יתר בצריכת הנוזלים לפני היציאה למאמץ, שכן מצב זה עלול להוריד את ריכוז הנתרן בדם כבר בתחילת הפעילות (11).

במהלך מאמץ גופני ממושך

ספורטאים מאבדים מים ואלקטרוליטים כתוצאה מרגולציה תרמית באמצעות הזעה במהלך האימון, וידוע כי קצב והרכב אובדן הזיעה עשויים להשתנות במידה ניכרת בין ספורטאים (12). חוקרים בתחום המאמץ נוטים לערוך בדיקות זיעה בקרב ספורטאים בתנאי מאמץ שונים, בכדי לקבוע אובדן ממוצע של מים ואלקטרוליטים במהלך הפעילות. המידע שנאסף מהבדיקות הללו משמש לעיתים קרובות להנחיות צריכת נוזלים ואלקטרוליטים עבור הספורטאי. יחד עם זאת, ההמלצות הן לרוב כלל אצבע, והמתודולוגיה למדידת כמויות המים והמלחים הנאבדים מהגוף בתנאי שדה מאתגרים עלולה להביא לתוצאות לא עקביות ולא מדויקות (12). ללא שמירה נאותה על מאזן נוזלים בזמן פעילות גופנית ממושכת, טמפרטורת הליבה וקצב הלב יוגברו בהשוואה למצב של הקפדה על נוזלים. מאידך, צריכת נוזלים במהלך הפעילות עשויה למנוע התייבשות, וגם למנוע הפרה במאזן המלחים. קיימת שונות בין אישית גדולה בקצב ובכמות ההזעה של כל ספורטאי. שונות זו מושפעת מסוג האימון, עצימות המאמץ, משך המאמץ ותנאי האקלים בהם מתבצעת הפעילות, אך גם מנטייה גנטית, דרגת אקלים לחום וגורמים אישיים נוספים.

הצמא הוא מנגנון פיזיולוגי אבולוציוני אשר קיים בכל אחד מאיתנו. במהלך היום אצל רובנו מנגנון הצמא עלול לפעול רק כשכבר איבדנו נוזלים, ולכן לא מומלץ להסתמך עליו כמדד בלעדי להתחלת שתייה. יחד עם זאת, במהלך מאמץ, ההנחיה לשתות גם כשלא צמאים עלולה להוביל למצב של שתייה מוגזמת מעל לכמות הנוזלים שאבדו בזיעה ובכך יעלה הסיכון להיפונתרמיה. מהסיבה הזו, נכון יהיה להתאים את כמויות השתייה הנדרשות באופן פרטני

קיימת שונות בין אישית גדולה בקצב ובכמות ההזעה של כל ספורטאי. שונות זו מושפעת מסוג האימון, עצימות המאמץ, משך המאמץ ותנאי האקלים בהם מתבצעת הפעילות, אך גם מנטייה גנטית, דרגת אקלים לחום וגורמים אישיים נוספים

המאמר, כולל רשימת המקורות, מופיע באתר מכון תנובה למחקר



א' מטופל בן 25 הגיע אלי בשל בעיית עצירות קשה. א' במשקל תקין עם BMI 21 וללא מחלות רקע. מאנמזה שנלקחה ממנו נראה היה שהוא משלב בתזונה שלו סיבים תזונתיים, בעיקר מירקות, אך עלתה בעיה בפיזור הארוחות על פני היום, ובעיה נוספת ומהותית הייתה שתיית מים מועטה, ללא תחושת צימאון.

החלטנו תחילה להתמקד בהגברת השתייה. חשוב לציין כי עד סביבות גיל 20, עיקר הנוזלים שא' צרך היה משתייה מתוקה או תה. בגיל 20 עשה בעצמו שינוי בהרגלי השתייה, וצמצם את השתייה המתוקה, אך מאחר ולא ממש התרגל לטעם של המים, הוא הכניס הרבה פחות נוזלים לגוף ועיקר השתייה שלו היה תה.

במהלך הפגישות דיברנו על מספר שינויים על מנת להגביר את כמות הנוזלים הנצרכת. השינוי הראשון היה לבחור בתיונים ללא קפאין, שינוי זה התקבל ללא בעיה. בשלב הבא ניסינו לקבע הרגל של שתיית 2 כוסות מים לפני כל ארוחה, אך בשל סדר היום הלחץ בעבודה שבגינו לא תמיד הצליח לשבת ולאכול ארוחות מסודרות, ההרגל לא הצליח להיטמע. השלב הבא היה להוריד אפליקציה שמתריעה אחת לכמה זמן לשתות כוס מים. בהתחלה הוא אכן נענה לתזכורת, ושתה כמות נוזלים גדולה יותר, אך לאחר כמה ימים הוא פשוט התעלם מהתזכורת, מאחר ובזמנים שהאפליקציה תזכרה הוא לא היה פנוי לגשת ולשתות. הצעה נוספת שעלתה, להביא אותו לעבודה בקבוק של ליטר וחצי מלא במים, שיהיה תמיד לידו ושעליו לסיים אותו עד סוף היום, ללא קשר לשתייה נוספת שצרך במהלך היום, כמו שתיית תה. גם הצעה זו יושמה למספר ימים בודדים, ולא הפכה להרגל.

א' מעיד כי בימים שבהם הוא מקפיד על שתייה מספקת הוא מרגיש הטבה משמעותית ביציאות, ולמרות זאת לא הצליח לקבע הרגלי שתייה שיתמיד בהם, ואף אחד מהשינויים שהוצעו לו לא שרד לכדי הרגל אינטואיטיבי.

השאלה שלי, כיצד ניתן להפוך שינוי להרגל?

תגובה למקרה:

אילן זילברשטיין, עובד סוציאלי ופסיכואנליטיקאי מכון גרין לפסיכולוגיה מתקדמת

ארשה לעצמי להציע מודיפיקציה קלה של השאלה. נראה כי עבור השואלת, הצעת שינוי הוא בתחום אחריותה ואילו "הרגל" הוא הפנמת השינוי אצל הפצינט, דהיינו בתחום אחריותו. על כן עולה כי השאלה היא לגבי גבול האחריות. האם לא כדאי להמיר את השאלה, מהעכבות של הפצינט, אל סיבת ההתעקשות, ואפילו המוטרדות של השואלת? מתוך הנחה, שעולה בבירור מהטקסט, ניכר כי ברמה המעשית ניתנו פתרונות הולמים. אולם הפצינט חוזר אל המטפלת עם תלונה כי אין הוא מצליח להתמיד ביישום, כלומר נמשכת התביעה לאובייקט-פתרון. הסוגיה של "היענות" לטיפול היא שאלה קבועה בכל הפרקטיקות של מתן עזרה. במקרה הנ"ל אנו רואים כי "הנפשי", דהיינו העכבות של הפונה, הן המונעות את יישום הטיפול המוצע. ברירת המחדל במקרה כזה היא למצוא עבור המטופל דרך ליישם את התוכנית המוצעת, כלומר גישה התנהגותית, ובמקביל לחשוב על אסטרטגיה חלופית להתמודדות עם בעיית העצירות - אותה יהיה לו קל יותר ליישם.

אינני פוסל גישות אלו. על כל מטפל בכל תחום מוטל להעריך, בכל מקרה ומקרה, האם ועד מתי עליו להמשיך ולהציע אופציות טיפוליות חלופיות, בהתאם לאופציות השונות העומדות לרשותו, כמובן. האלטרנטיבה היא, להעמיד את שאלת ההיענות בתור האובייקט של הטיפול. בהחלט ניתן להציע לפונה לדבר על הקושי ביישום ההמלצות, מעבר לנימוקים המעשיים, האובייקטיביים לכאורה.

אלטרנטיבה אחרת העומדת בפני הדיאטנית היא להמליץ לפונה להתיעץ עם מטפל מתחום הטיפול הנפשי. הצעה זו תהווה מעין אקט של פירוש: "אתה מתלונן על קושי טכני ביישום, אך יתכן ויש לך סיבות אחרות". במקרים מסוימים לעצם ההצעה לבחון אופציה לפנות לטיפול נפשי יכולה להיות השפעה.

פרויד במאמרו "האופי והארוטיקה האנאלית" מתייחס למספר תכונות, כגון קפדנות, חסכנות ועקשנות, כיצורות את מה שהוא מכנה "אופי אנאלי", וכנובעות ממקור משותף. על פי כיוון חשיבה זה ניתן להציב באותה סדרה גם את הקושי ביישום ההמלצות. יש לזכור כי לא מדובר רק בקושי אובייקטיבי. יש לקחת בחשבון כי ההמלצות לא הגיעו מגורם אנונימי, כגון חיפוש באינטרנט למשל. ניתן לשער כי הקושי במילוי ההמלצות הוא ביטוי ליחס של הפונה להמלצות שמגיעות מאדם אחר אליו הוא פנה לקבל עזרה. אל לנו להתעלם מכך שיש בחוסר ההיענות של הפונה פן בין-אישי, שמשקף מאפיין מסוים של אופיו.

ההקשר האנאלי אינו מנותק כמובן מסיבת הפניה הנוכחית. לא אפרט כאן את ההסבר הפסיכואנליטי של פרויד להתפתחות האופי האנאלי, הנקשר ליחסו של הילד הצעיר עם הציפייה של הוריו למתן צוואה במקום ובזמן מסויימים. אולם באופן מעשי יותר, פרויד מציין את העצירות כסימפטום שהטיפול הפסיכואנליטי לעיתים נדרש אליו: "הקשרים הנוצרים בין התסביכים השונים כל כך, לכאורה, של העניין בכסף ושל עשיית צרכים, נראים פוריים ביותר. לכל רופא שעסק בפסיכואנליזה התברר ללא ספק שבדרך זו אפשר לסלק את מה שמכונה העצירויות הכרוניות, העקשניות והעקביות של אנשים נזיריים. לא נשתומם אם נזכר שתפקוד זה נתגלה כנוח במידה דומה גם לסוגסטיה היפנוטית, אלא שבפסיכואנליזה מושגת תוצאה זו רק אם נוגעים בתסביך הכסף של האנשים בו אנו דנים, ומביאים אותם שיעלוהו, על כל קשריו, אל התודעה" (מתוך: זיגמונד פרויד, "מיניות ואהבה". הוצאת עם עובד, 2002, עמ' 100-101).

מה ניתן לגזור מכך כעצה לשואלת? הרי העיסוק בסוגיה של התסביך האנאלי יחסו לכסף אינו עומד על הפרק בפניה המוגדרת כהתיעצות עם דיאטנית. אולם כן ניתן להעלות השערה כי עבור מטופל זה, לא מומלץ להיות בעמדה של "לרצות יותר ממנו". לעיתים קרובות עמדה זו של המטפל מביאה דווקא לקושי בהיענות בצורה של העלאת מכשולים שונים ליישום, לכאורה אובייקטיביים. על המטפלת למצוא דרך להעביר למטופל - לאו דווקא באמירה מפורשת - שהצלחת הטיפול תלויה בהכרח בעמדה של לקיחת אחריות מצדו.



Review



מגזין מכון תנובה לחקר

בפעם הבאה ניפגש על המסך!

מתוך דאגה לסביבה ולמען שיפור הזמינות, אנו שמחים לעדכן
כי החל מגיליון 60, מגזין Review יופץ בפורמט דיגיטלי
ישירות למייל ולא בדואר הרגיל.

רוצים להמשיך לקבל אותו בפורמט דיגיטלי? - שלחו מייל ל:
health@tnuva.co.il

כתבו בשורת הנושא מאשר/ת דיוור Review
והגיליון הבא יישלח אליכם למייל.

כל הגליונות הקודמים עומדים לרשותכם באתר שלנו
www.tnuva-research.co.il

קריאה מהנה

