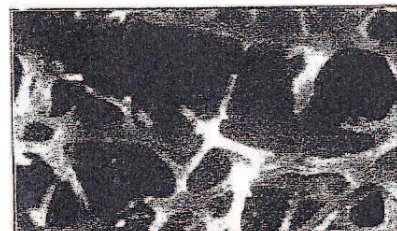
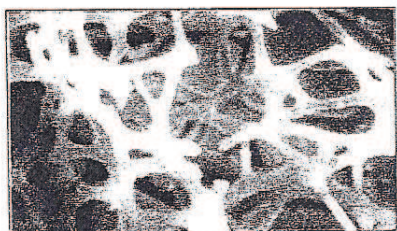


# אוסטיאופורוזיס ופעילות גופנית (I)

מחלת האוסטיאופורוזיס שמקורה בירידה מתמשכת בצפיפות העצם היא הגורם מספר 1 לשברים בקרב נשים לאחר גיל המעבר. 40% מהן צפויות לחלות במחלה במהלך חייהן. לדרכי אבחונה ולגורמי הסיכון לחלות בה, כמו גם לתהליכים המשפיעים על מבנה השלד בכלל ועל העצם בפרט, מוקדש המאמר הראשון בסדרה.

## אסתר גולדשטיין



(osteoporosis), המחולקת לשני סוגים עיקריים:

\* **אוסטיאופורוזיס של גיל המעבר** (Postmenopausal osteoporosis - type I): הסיבה היא הפסקה של ייצור הורמון האסטרוגן אצל נשים בגיל הפסקת מחזור הווסת בגיל המעבר. זו גם הסיבה לדעה הרווחת שאוסטיאופורוזיס היא מחלה של נשים בלבד.

\* **אוסטיאופורוזיס הקשורה לגיל** (Age-related osteoporosis - type II): ככל שנתבגר כן נאבד יותר מסת עצם. סוג זה מופיע אצל נשים וגברים כאחד.

2. **אוסטיאופורוזיס שניונית** (Secondary osteoporosis): סוג זה של אוסטיאופורוזיס יופיע בעקבות מחלות שונות כגון מחלות כליה או פעילות מוגברת של בלוטת התריס, או הרגלי התנהגות כגון שתייה מופרזת של אלכוהול. גם צריכת תרופות כגון סטרואידים גורמת לאוסטיאופורוזיס שניונית (גלייזר, 1997).

## סוגי האוסטיאופורוזיס

בעשור האחרון גובר והולך העניין הציבורי במחלת האוסטיאופורוזיס ובקשר שבינה לבין פעילות גופנית. סדרת המאמרים שתעסוק בנושא זה תנסה לסקור בעין ביקורתית את מה שהתפרסם עד כה ואף יתנפץ דעות מקובלות הנפוצות בקרב אנשי מקצוע ומורים לחינוך גופני. לאחר הצבת סימני השאלה יובאו המלצות באשר לפעילות המתאימה במעגל החיים, החל בגיל הצעיר וכלה בגיל הזהב.

אוסטיאופורוזיס היא מחלה המאופיינת בצפיפות עצם נמוכה. ירידה בצפיפות העצם (מסת עצם ליחידת נפח) מפחיתה את החוזק המכני של העצם, וכך היא נעשית פגיעה יותר לשברים (NIH, 2000).

שתי קטגוריות לאוסטיאופורוזיס: 1. **אוסטיאופורוזיס ראשונית** (Primary)

## אבחון

דיקות תכולת המינרלים של העצם מסייעות לזהות את אלו הנמצאים בסיכון לשבר אוסטיאופורוטי בעתיד. שיטת המדידה המקובלת כיום היא באמצעות מכשיר ה-DXA, הנחשב כמנבא מדויק של הסיכון לשבר (מלטון, 1993). חסרונה העיקרי של השיטה הוא בכך שמודדים בה את כמות המינרלים בשטח העצם, ולכן המדידה מושפעת מגודל העצם ולא רק מצפיפותה. כלומר, עצם גדולה נחשבת 'צפופה' יותר, גם אם הצפיפות האמיתית דומה לזו של עצם קטנה יותר. קיימת גם בעייתיות בדיוק של המדידות בגלל חוסר סטנדרטיזציה של המיכשור וכן של המדידה עצמה. נוסף לכך אין הסכמה של מומחים בדבר קריטריון אחיד לאבחון (1101, 2000).

## שכיחות

28 מיליון נשים בארה"ב נמצאות בקבוצת סיכון לאוסטיאופורוזיס, וכשישה מיליון מהן שגילן יותר מ-50 סובלות ממחלה זו (לוקר, 1997). אחת מכל שלוש נשים מעבר לגיל 50 תסבול משבר אוסטיאופורוטי (National Osteoporosis Foundation, 1999), ובסך-הכול יותר מ-300,000 איש יאבדו את עצמאותם ויאושפזו מדי שנה כתוצאה משברים (שניידר, 1990). העלות השנתית למערכת הבריאות האמריקנית כתוצאה משברי הירך בלבד מסתכמת ב-13.8 מיליארד דולר (קמינגס, 1996).



אסתר גולדשטיין - המכללה לחינוך גופני ולספורט ע"ש זימן במכון וינגייט; מכשירה מדריכים בקורס פעילות גופנית ואוסטיאופורוזיס בבית-הספר למאמנים ולמדריכים ע"ש נט הולמן במכון וינגייט ובמכללת גבעתיים וושינגטון

נמצאת בדם ובתאים. כמות זו חיונית לתפקודים כמו העברה עצבית והתכווצות השרירים כולל פעימות הלב. הגוף זקוק לרמה קבועה של סידן בדם, ובמצב של מחסור הוא 'נוטל' סידן מהעצמות (וורנר, 2000).

מבחינה ארכיטקטונית העצם מורכבת משני סוגים: עצם צפופה (קורטיקלית) ועצם ספוגית (טרבקולרית). האחרונה נמצאת בחלק הפנימי של העצם והיא הנפגעת העיקרית מאוסטיאופורוזיס (סטריונג, 1997).

חוזק העצם משפיע על הסיכון לשברים. על חוזק העצם משפיעים שני גורמים עיקריים: **צפיפות העצם ואיכותה**. צפיפות העצם מבוטאת בגרמים של מינרלים לשטח (או לנפח) ותלויה בשיא מסת העצם ובשיעור איבוד כמות העצם (ניו, 2000). שיא מסת העצם (Peak bone mass) הוא הכמות המרבית של עצם שהגוף עשוי להשיג במהלך הגדילה ושנות ההתבגרות. שיא זה נשמר עד תחילת שנות השלושים, ובדרך כלל מאמצע שנות הארבעים (או מסופם) האדם הולך ומאבד כמות עצם, עד גיל זיקנה (אסטל, 2000).

גורמים גנטיים תורמים כ-70%-80% לפוטנציאל הביולוגי של רמת שיא מסת העצם, ואילו מגוון הגורמים הקשורים להרגלי חיים תורמים את שאר ה-20%-30%. מכלול הגורמים המשפיעים על העצם כוללים גורמים הורמונליים, גורמים תזונתיים וגירוי מכני (פעילויות יום-יומיות ותרגול). פעילות גופנית ותזונה נכונה המתבטאות בצריכה מספקת של סידן נחשבות כגורמים החשובים ביותר בשמירה על שיא מסת העצם ובהורדה של שיעור איבוד מסת העצם (פוליצר, 1989).

כפי שצויין, אוסטיאופורוזיס מהווה גורם סיכון מובהק לשברים. שברים מתרחשים כאשר כוח חיכוני (כמו טראומה) פועל על עצם אוסטיאופורוטית. מי שלא השיגו את השיא האופטימלי של מסת העצם במהלך שנות הילדות וההתבגרות עלולים לפתח אוסטיאופורוזיס גם אם שיעור איבוד העצם יהיה נורמלי (NOH, 2000).

**האוסטיאופורוזיס שכיח יותר אצל נשים, מכיוון ששיא מסת העצם אצלן נמוך יותר וקצב איבוד העצם בגיל המעבר מהיר יותר בהשוואה לגברים**

## הגורמים המשפיעים על השלד במהלך החיים

**ב**מהלך החיים רקמת העצם עוברת תהליך מתמשך של ספיגה (הוצאת מינרלים מהעצם) ושל היווצרות (הוספת מינרלים לעצם). זהו תהליך הבנייה מחדש (Remodeling) או שחלוף העצם (וורנר, 2000). השחלוף אינו תהליך מהיר: מחזור אחד של שחלוף נמשך כשלושה חודשים בממוצע. לכן, כדי לבדוק את ההשפעה של טיפולים כגון תרופות, תזונה ופעילות גופנית יש צורך בכמה חודשי טיפול, בדרך כלל כשנה (מלטון, 2000).

כפי שמוצג באיור 1 (בעמוד הבא), התאים האוסטיאוקלסטים (תאים ההורסים את מטריצת העצם) מתחילים בתהליך ספיגה של המטריצה. בהמשך מתחיל תהליך הבנייה של העצם על-ידי תאים אוסטיאובלסטים (תאים הבונים את מטריצת העצם).

טבלה 1 מציגה את הקריטריונים לאוסטיאופורוזיס לצורכי אבחון וטיפול שנקבעו על-ידי ארגון הבריאות העולמי (WHO). קריטריונים אלו מבוססים על מדידות של רמת צפיפות המינרלים של העצם.

טבלה 1: קריטריונים לאוסטיאופורוזיס של ארגון הבריאות העולמי (גלייזר, 1997)

| קבוצה                        | קריטריון אבחוני  |
|------------------------------|--|
| נורמלי                       | צפיפות המינרלים של העצם בסטיית תקן אחת מהמוצע של נשים צעירות בוגרות            |
| אוסטיאופניה-צפיפות עצם נמוכה | צפיפות המינרלים של העצם כ-1-2.5 סטיות תקן מתחת למוצע של נשים צעירות בוגרות     |
| אוסטיאופורוזיס               | צפיפות המינרלים של העצם כ-2.5 סטיות תקן ניותר מתחת למוצע של נשים צעירות בוגרות |
| אוסטיאופורוזיס חמור          | אוסטיאופורוזיס עם שבר אחד או יותר  |

## גורמי סיכון לאוסטיאופורוזיס

**ל**הלן סקירה קצרה של גורמי הסיכון העיקריים למחלת האוסטיאופורוזיס, המשפיעים על המטבוליזם של העצם. גורמים אלה מסייעים להבנה של סיבות המחלה כמו גם לאיתור ולזיהוי של האוכלוסייה בסיכון גבוה. חשוב להבדיל ביניהם לבין גורמי סיכון אחרים המשפיעים על היווצרות שבר כגון חבלה, טראומה, שיעול, הרמת משא ועוד (שיפורטו במאמר הבא).

אם כן, גורמי הסיכון העיקריים למחלת האוסטיאופורוזיס הם כדלהלן (פרייטג, 1996):

- גיל:** הסיכון לשברים בעצם הירך מוכפל בכל 10 שנים לאחר גיל 50.
- מין:** כאמור, נשים נוטות לחלות באוסטיאופורוזיס יותר מגברים. משום ששיא צפיפות העצם נמוך יותר אצלן בהשוואה לגברים. לכך תורם גם תהליך הירידה המהירה של איבוד העצם בגיל המעבר (מנופוז).
- גיל-מעבר מוקדם:** מהווה גורם סיכון אצל נשים.
- גזע:** נשים לבנות נמצאות בסיכון גבוה יותר בהשוואה לנשים שחורות.
- תורשה:** היסטוריה משפחתית מגדילה את הסיכון לאוסטיאופורוזיס.
- העדר פעילות גופנית** (נושא שידון במאמרים הבאים).
- הפרעות אכילה והפסקת המחזור המלווה בפעילות גופנית אינטנסיבית:** צירוף שלוש הגורמים הללו, המכונה בספרות המקצועית 'התסמונת המשולשת של הספורטאית' (בק, 2000), מהווה גורם סיכון לאוסטיאופורוזיס בכך שהוא משפיע על ירידה במסת העצם אצל נשים צעירות.
- משקל גוף נמוך, תרופות, מחלות** (כמו סוכרת, עודף או תת-פעילות של בלוטת התריס ותת-התריס, מחלות מעיים), **עישון וצריכת אלכוהול** - כל אלה נחשבים גם הם כגורמי סיכון לאוסטיאופורוזיס.

## מבנה העצם

**ל**שלד שלושה תפקידים עיקריים: הוא מהווה מקום מאחז לשרירים, מגן על איברים חיוניים ומשמש מאגר לסידן. רוב מאגר הסידן של הגוף נמצא בעצמות ובשיניים, וכמות מזערית שלו

שינוי קבוע, והעצם כבר אינה חוזרת לצורתה המקורית. המשך העומס אל מעבר לתחום הפלסטי, לכיוון נקודת השבר (C), מעלה את ההסתברות לשבר (נורדין, 1989).

## באילו סוגי עומסים תעמוד העצם?

המסקנות היישומיות של המודל משפיעות על שיקול הדעת באשר למידת העצימות של הפעילות והשפעתה על העצם. כאן יש לשאול את השאלות הבאות: האם העצם תוכל לעמוד בעומס לפני שתישבר? האם עצימות הפעילות היא כזו שנגיע לשינוי קבוע הרצוי לנו (בתחום הפלסטי)? או שאולי העצימות נמוכה מכדי שתהיה לה השפעה כלשהי על העצם (העומס יימצא בתחום האלסטי ולא יגרם לשינוי קבוע).

### גורמי הסיכון העיקריים לאוסטיאופורוזיס הם גיל, מין והעדר פעילות גופנית

מבין סוגי הכוחות הפועלים על העצם, היא תהיה עמידה בפני כוחות דחיסה (עד להתהוות שבר) יותר מאשר בפני כוחות מתיחה, כפיפה או גזירה. כוחות דחיסה הם כוחות הפועלים כלפי שטח הפנים של העצם, בעוד כוחות גזירה הם אלו הפועלים כלפי שטח הפנים במקביל לכוח הפועל על העצם. העצם הצפופה עמידה יותר בפני כל סוגי העומסים בהשוואה לעצם הספוגית, הפחות קשיחה ממנה. עצמות בריאות וחזקות של אדם בוגר עומדות כנגד לחצים וכוחות המופעלים עליהם, ואלה אינם ימצליחים לגרום לקריסת העצם או לשבר. לא כך הדבר אצל אדם בעל עצמות חלשות (נורדין, 1989). לפיכך, בפעילות בעומס רב יש להביא בחשבון את מצב העצמות של האדם הפעיל.

המאמרים הבאים יעסקו בפעילות גופנית ואוסטיאופורוזיס בקבוצות גיל שונות (ספורטאים ושאינים ספורטאים). המאמר הבא יתמקד בגיל הצעיר (בית-הספר היסודי והתיכון) ויכלול המלצות בדבר פעילות מתאימה וצריכה אופטימלית של סידן המותאמת לגיל.

רשימת המקורות מופיעה בעמוד 50.

## ההתנהגות הביומכנית של העצם

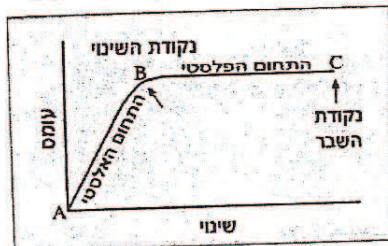
כדי להבין את הקשר בין פעילות גופנית למחלת האוסטיאופורוזיס יש להתייחס להתנהגות הביומכנית של העצם ולכוחות הפועלים עליה. במאמרים הבאים יידונו המשמעות המעשיות של השינויים המתרחשים בעצם כתוצאה מהעומסים המכניים עליה בעת פעילות גופנית.

שני הכוחות המכניים הפועלים על העצם הם כוח הכבידה וכוח השרירים. הראשון פועל על העצם כל הזמן, וכאשר שריר המחובר לעצם מתכווץ הוא יוצר עליה לחץ (Stress). המוגד ככוח הפועל על העצם ליחידת שטח. עצם חזקה מגיבה בהתנגדות פנימית השווה לכוח הפועל עליה (קופר, 1982).

העומס הנוצר כתוצאה מהכוחות החיצוניים המופעלים על העצם גורם לשינויים במבנה מטריצת העצם. השינוי כתגובה לעומס הוא ברמת התא ורקמת העצם והוא מקומי ומתרחש רק בעצם שהיתה תחת עומס. עומסים מכניים כמו אלו המתרחשים בעת פעילות גופנית מגרים את תאי העצם באזור העומס וגורמים לשינוי בה (פיד, 1988; ראב, 1990). תהליך הסתגלות העצם לעומסים מכניים המופעלים עליה נקרא התאמה פונקציונלית (Functional adaptation), שתוצאותיה הן שינויים בארכיטקטורה ובמסה של העצם. זו מסתגלת לשינויים אלו לאורך כל מעגל החיים (ביוור, 1993).

איור 3 מציג מודל היפותטי של עקומת עומס-שינוי (דפורמציה), שבאמצעותו ניתן להסביר את ההשלכות של העומס על העצם כמו בעת פעילות מעמיסת משקל. כאשר מעמיסים על העצם בתחום האלסטי שלה (בין A ל-B) מתרחש שינוי השינוי אינו קבוע מכיוון שכאשר העומס מוסר העצם חוזרת לצורתה המקורית. אם הוא ממשיך לתחום הפלסטי של העצם (בין B ל-C) ושם הוא גם נפסק מתרחש

איור 3: מודל היפותטי של עקומת עומס-שינוי



מתוך: נורדין, 1989

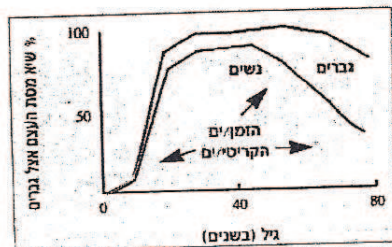
איור 1: תהליך הבנייה מחדש של העצם



מתוך: וירני, 2000

הגדילה של העצם והעלייה בחוזקה מתרחשות החל בתקופת הילדות ועד אמצע העשור השלישי (NIH, 2000). שיא מסת העצם מושג בתחילת שנות השלושים (פרייטג, 1996), ועד גיל 40 אין בה שינוי משמעותי. מאמצע שנות הארבעים מתחילה ירידה איטית הן אצל נשים והן אצל גברים, ועם זאת האוסטיאופורוזיס שכיח פחות אצל גברים משום ששיא מסת העצם אצלם גבוה יותר, ולעומת זאת שיעור איבוד העצם אצל נשים בגיל המעבר גבוה יותר: בתקופה זו הן מאבדות במהירות את מסת העצם, ירידה המתבטאת ב-0.5% ועד 5% לשנה במקרים של אוסטיאופורוזיס או אוסטיאופורוזיס (מלטון, 2000). לאחר שנים אחדות שוב מואט קצב הירידה (NIH, 2000).

איור 2: השינויים במסת השלד במעגל החיים אצל גברים ונשים



מתוך: ניו, 2001

# אוסטיאופורוזיס ופעילות גופנית

## א. גיל הילדות וההתבגרות

האוסטיאופורוזיס נחשבת אמנם כמחלה של הגיל המבוגר, אך היא מתחילה למעשה כבר בגיל הילדות. מהו הגיל המכריע שבו מומלץ להתחיל בפעילות גופנית למניעת אוסטיאופורוזיס? מהי הפעילות המומלצת להעלאת מסת העצם? על כך במאמר השני בסדרה.

### אסתר גולדשטיין

### מבוא

כפי שצוין בגיליון הקודם (פברואר 2002), אוסטיאופורוזיס היא מחלה המאופיינת בצפיפות עצם (מסת עצם ליחידת נפח) נמוכה. נמוכה ירידה בצפיפות העצם מפחיתה את החוזק המכני של העצם, ובכך היא נעשית פגיעה יותר לשברים (XIH, 2000). גורמים ננטיים תורמים כ-70 עד 80% למוטנציאל הביולוגי של רמת שיא מסת העצם, ואילו מנוון הגורמים הקשורים להרגלי חיים תורמים את שאר ה-20-30%. פעילות גופנית ותזונה נכונה הכוללת צריכה מספקת של סידן הן הרגלי חיים הנחשבים כגורמים החשובים ביותר בשמירה על שיא מסת העצם ובהורדה של שיעור איבוד מסת העצם (פוליצר ואנדרסון, 1989).

**יש להתחיל בפעילות גופנית לפני תחילת הבגרות המינית, גיל שבו העצם מגיבה חיובית לעומס מכני גבוה**

מאמר זה מתמקד בגיל הילדות ובגיל ההתבגרות ומנסה לענות על שתי שאלות חשובות:

1. מהו הגיל המכריע שבו חשוב להתחיל בפעילות שתשפיע על העצם?
2. מהי הפעילות היעילה ביותר בגיל הילדות וההתבגרות להעלאת מסת העצם?

ראוי לציין שמאמר זה אינו מתייחס לתופעת "התסמונת המשולשת של ספורטאיות", שסימניה העיקריים הם

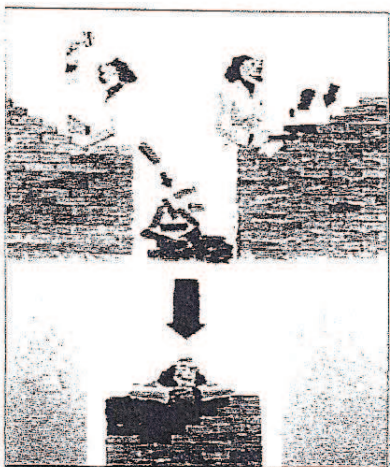
הפרעות אכילה, הפרעות במחזור החודשי ודלדול העצם\*.

### שיא מסת העצם

בנייה והריסה של העצם הן תהליכים המתמשכים לאורך כל החיים. בגיל הילדות וההתבגרות תהליכי הבנייה דומיננטיים יותר מתהליכי ההריסה, ולכן בגילים אלו ישנה עלייה במסת העצם (קרומר והראל, 2000). עלייה גדולה של צפיפות מינרלי העצם מושגת בתקופת הילדות, אך למעשה בתקופת ההתבגרות חלה ההצטברות הגדולה ביותר במסת העצם, והיא משמשת כ"בנק עצמות" עד לסוף החיים. ככל שה"בנק" יתמלא יותר בגיל הצעיר כך יפחת הסיכוי להתפתחות של מחלת האוסטיאופורוזיס ושל שברים בגיל המבוגר (בכרך, 2000). לפיכך, כדי למנוע אוסטיאופורוזיס ושברים בגיל המבוגר חשוב מאוד להגיע לשיא מסת העצם בגיל הצעיר. האוסטיאופורוזיס נחשבת כמחלה של הגיל המבוגר, אך למעשה זו מחלה המתחילה כבר בגיל הילדות (קריב, 1992).

תהליכי המינרליזציה של העצם מואצים בגיל ההתבגרות. תכולת המינרלים הכללית של העצמות בנוף בגילים 8-17 נדלה פי שלוש אצל בנות ופי שלוש ויותר אצל בנים. בסיום גיל ההתבגרות מושגים כ-90% מתכולת המינרלים של האדם הבוגר (פוקנר וחבי, 1996), ועד

\* לצניין זה ראה סדרת המאמרים של ד"ר קונסטנטיין כ"החינוך הגופני והספורט" 1. אוקטובר 1994, 2 דצמבר 1994 ו-3, פברואר 1995.



איזון בין תהליכי הבנייה וההרס של העצם



חסר איזון בין תהליכי הבנייה וההרס של העצם

לגיל 20 מושגת מרבית מסת העצמות (מילר ומרופיס, 1998). האצת תהליך המינרליזציה מתחילה אצל הבנות

אסתר גולדשטיין - המכללה לחינוך גופני ולספורט ע"ש זינמן במכון וינגייט; מכשירה מדריכים בקורס פעילות גופנית ואוסטיאופורוזיס בבית-הספר למאמנים ולמדריכים ע"ש נט הולמן במכון וינגייט ובמכללת גבעתיים וושינגטון

הצריכה היומית האופטימלית של סידן לילדים ולמתבגרים

| קבוצת גיל           | מיליגרמים ליום |
|---------------------|----------------|
| תינוקות עד 6 חודשים | 400            |
| מ-6 חודשים עד שנה   | 600            |
| 1-8 שנים            | 800            |
| 9-18 שנים           | 1300           |

בשנתיים מוקדם יותר בהשוואה לבנים. בגיל טרום תקופת הבגרות המינית לא נמצאו הבדלים בין בנים לבנות בתכולת מינרלי העצם, אך כאשר הבנים מגיעים לתקופת ההתבגרות קיימת אצלם עלייה גדולה יותר לעומת הבנות, ולכן בגיל המבוגר לגברים עצמות כבדות וצפופות יותר בהשוואה לנשים (פוקר וחבי, 1996).

## צריכת הסידן

כאמור, מתוך מגוון הנורמים הקשורים להרגלי חיים, פעילות גופנית בשילוב עם צריכת סידן הם שני הנורמים המשפיעים ביותר על השגת שיא מסת עצם בגיל הצעיר. הכמות המומלצת של צריכת סידן מינימלית לגילים 11-24 היא כ-1300 מ"ג סידן ליום. נערים בתקופת ההתבגרות שצרכו כמות גבוהה של סידן במשך שנה וחצי לפחות העלו את מסת העצם בכל הגוף יותר מאלו שצרכו מעט סידן (קדוגן, 1997). עם זאת, אין בעובדה זו כדי להטיק שעודף צריכה של סידן עשוי להועיל.

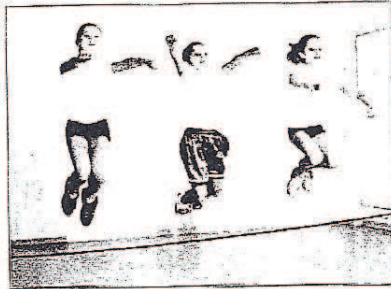
מקורות הסידן המומלצים כיום לכל האוכלוסייה, כולל מתבגרים, הם מקורות הבאים מן הרי - תוצרת חלב לסוגיה עם אחוז שומן נמוך או ללא שומן כלל. כמו כן, עם הסידן יש לצרוך ויטמין D ומגנזיום (Federal Dietary Guidelines, 2000). להלן הצריכה היומית האופטימלית של סידן לילדים ולמתבגרים:

צריכת סידן היא רק אחד מהרגלי החיים החשובים לבריאות העצם בכל הגילים ובגיל הצעיר בפרט. מתברר שעלייה בצריכת הסידן מעודדת עלייה בצפיפות המינרלים של העצם רק כאשר היא משולבת בפעילות נושאת משקל ברמה מספקת (ספקר, 1996). נחזור, אם כן, ונתייחס לשתי השאלות המרכזיות של המאמר:

### 1. מהו הגיל המכריע שבו יש להתחיל בפעילות שתשפיע על העצם?

מחקרים לא מעטים בדקו בשנים האחרונות את השאלה הזו, שאמורה להצביע על הגיל ההתחלתי שבו חשוב

להתחיל בפעילות של עומס מכני על העצם כדי להגיע לשיא מסת-עצם גבוה יותר. התברר שפעילות גופנית הכוללת ריצות או קפיצות שבוצעו כבר בגיל טרום ההתבגרות המינית הראו השפעה חיובית על העצם (ברנדי וחבי, 1998; מקיי וחבי, 2000; פוקס וחבי, 2001). גם אצל ספורטאים שהיו מעורבים בפעילות תחרותית בגיל הילדות נמצאו ערכים של צפיפות המינרלים של העצם הגבוהים ב-15%-30% בהשוואה לקבוצות הביקורת (בס וחבי, 1998; קרלסון וחבי, 1995).



היינון וחבי (2000) השוו בין נערות שטרם קיבלו את המחזור החדשי לעומת אלה שכבר קיבלו אותו. הם בדקו את השפעתה של פעילות אירובית על מדרגה, כולל קפיצות, ומצאו תוספת גדולה של צפיפות מינרלים של העצם רק בעצמותיהן של בנות הקבוצה הראשונה, וזאת בנוסף למה שמצופה מהעלייה במינרלים של העצם כתוצאה מגדילה. המחברים מסיקים שפעילות המאופיינת בעומס מכני משפיעה יותר על עצמותיהן של בנות בגיל טרום קבלת המחזור מאשר על עצמותיהן של אלו שכבר קיבלו את המחזור.

לסיכום, הממצאים של מחקרים עדכניים פותחים כיוון חשיבה חדש באשר לחשיבותו של הגיל המכריע - לפני תחילת המחזור החדשי אצל בנות ותחילת הבגרות המינית אצל בנים - שבו העצם מגיבה חיובית לעומס מכני גבוה.

### 2. מהי הפעילות הגופנית היעילה ביותר בגיל הילדות וההתבגרות להעלאת מסת העצם?

כדי שתרחש היפרטרופיה בעצם, העומס צריך להיות גדול יותר מזה שבחיי היום-יום. אצל ילדים שהשתתפו בפעילויות ספורט הכוללות עומס גבוה (High impact) על העצם נמצאה צפיפות עצם גבוהה יותר בהשוואה לאלה שהשתתפו בפעילויות בעלות עומס נמוך

(גרימסטון וחבי, 1993).

להלן כמה תכניות התערבות של פעילות גופנית שבוצעו במסגרת בית-הספר. חלקן במסגרת שיעורי החינוך הגופני:

#### א. קפיצות

כפי שצוין מקודם, פעילות גופנית הכוללת קפיצות בתקופת טרום הבגרות נמצאה כמשפיעה חיובית על העצם. נוסף על אלו שהוזכרו מקודם נציין כאן את פוקס וחבריו (2001), שהשוו שתי קבוצות של ילדים (גילאי 6-10): אחת מהן ביצעה במשך שבעה חודשים תרגילי מתיחות והשנייה קפיצות בשתי רגליים מעל תיבה בגובה 61 ס"מ (לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות במדדים של צפיפות העצם, במדדים אנתרופומטריים ובצריכת סידן). ההשפעה החיובית על העצם (בצוואר עצם הירך ובאזור המותני של עמוד השדרה) נמצאה רק בקרב הקבוצה שעסקה בקפיצות. לטענת החוקרים, כוחות התגובה של הקרקע כנגד הגוף המופעלים בעת הקפיצות הם פי שמונה ממשקל גופם של הילדים; כוחות כאלו הם בטוחים ומשפיעים חיובית על מסת העצם.

מקיי וחבי (2001) מצאו גם הם השפעה חיובית של תכנית קפיצות: אצל קבוצת ילדים (בתקופת טרום הבגרות המינית ותחילתה) שביצעה תכנית שכללה קפיצות במסגרת שיעורי החינוך הגופני, נמצאה עלייה מובהקת במסת עצם הירך לעומת קבוצת ביקורת שביצעה את התכנית הרגילה של החינוך הגופני.

### קפיצות ותרגילים נגד התנגדות הם היעילים ביותר להגדלת מסת העצם אצל צעירים

#### ב. פעילות נגד התנגדות

מחקרים מצביעים על כך שעבודה נגד התנגדות - עם משקל הגוף או עם מכשירי עזר כגון משקוליות וגומיות כושר, משפיעה חיובית על העצם. ניקולס, סנבורן ולב (2001) מצאו עלייה מובהקת בצפיפות המינרלים של העצם אצל בנות בגיל 14-17, ומוריס וחבי (1997) הצביעו על השפעה חיובית אצל בנות לפני תחילת גיל ההתבגרות.

#### ג. תרגילים מעמיסי משקל בשילוב עם קפיצות

תכנית התערבות שכללה אימון בתחנות

5. ניתורים בדילגית בצורות שונות (תמונה 2)
6. מעבר בניתורים מעל דיוטות של ארגז (תמונה 3)
7. ניתורים בהחלפת רגליים על מדרגה, תוך דחיפה חזקה של המדרגה כלפי מטה (תמונה 4).

### תרגילי סמיכה על הידיים

1. שכיבת סמיכה גבוהה: העתקת משקל מהידיים לרגליים ובחזרה (תמונה 5)
2. שכיבת סמיכה: תנועה הצדה (בהזזת יד אחר יד) ובחזרה, כפות הרגליים נשארות במקום
3. התקדמות בשכיבת סמיכה
4. התקדמות בקפיצות ארנבת (תמונה 6)
5. שכיבת סמיכה קדמית: כפיפות מרפקים
6. התקדמות לפניים ולאחור בשכיבת סמיכה אחורית
7. מישחקי כדור שונים בישיבה. התנועה נעשית בעזרת הידיים.

### סיכום

כורים לחינוך גופני ומדריכים בחינוך הפורמלי והלא פורמלי צריכים להיות מודעים לחשיבותה של הפעילות הגופנית כבר בגיל הילדות, כחלק ממניעה ראשונית של מחלת האוסטיאופורוזיס. הגיל המכריע לעניין זה הוא גיל טרום הבגרות המינית ותחילתה, ומכאן חשיבותה הרבה של פעילות מכוונת זו כבר בבית-הספר היסודי ובחטיבת הביניים.

על המורים להכיר היטב את מגוון הפעילויות המומלצות למניעת אוסטיאופורוזיס בגיל המאוחר: מדובר בעיקר בקפיצות ובפעילות לפיתוח כוח, תוך שימוש במשקל הגוף או במכשירים קטנים כמשקוליות וגומיות כושר. יש להניח שחלק גדול מהמורים אמנם כוללים פעילויות כאלו בשיעורי החינוך הגופני, אך בדרך כלל לא בצורה עקבית או במינונים קטנים שאינם יוצרים אפקט של עומס מעבר לעומסים היום-יומיים.

צריכה מספקת של סידן כבר בגיל הינקות והילדות יחד עם פעילות גופנית מכוונת הן הגורמים החשובים ביותר בשמירה על שיא מסת העצם ובמניעת אוסטיאופורוזיס בגיל המאוחר.

המאמר הבא יתמקד בגיל הבגרות ויכלול המלצות לפעילות גופנית מתאימה ולצריכה אופטימלית של סידן.

רשימת המקורות מופיעה בעמוד 50.

\* כדי שתהיה השפעה על העצם הפעילות צריכה להיות רציפה במשך כחצי שנה לפחות.

\* משך הפעילות הוא כ-10 דקות לפחות, שלוש-ארבע פעמים בשבוע.

\* ילדים ומתבגרים (אין הכוונה לספורטאים הישגיים), המבצעים פעילות בעומס מכני גבוה במשך שעה ויותר בכל פעם, צריכים להקפיד על ימי מנוחה בין אימון לאימון. גם כאן המינון המומלץ לפעילות הוא שלוש-ארבע פעמים בשבוע.

### תרגילי קפיצות

1. ניתורים ברגליים צמודות: קדימה, אחורה, ימינה, שמאלה
2. התקדמות בניתורים מצד לצד ברגליים צמודות
3. מעבר בניתורים בשתי רגליים יחד מעל גומי בגובה 10-20 ס"מ (תמונה 1)
4. כמו תרגילים 1-3 - על רגל אחת

ובו משימות הכוללות תרגילים מעמיסי משקל ותרגילי קפיצות (רגילות). ומעל מכשולים) עם עומס מכני גבוה, העלתה את מסת עצם הירך אצל ילדים בתקופת טרום הבגרות המינית ותחילתה (מקלווי וחבי, 2001).

### דוגמאות של תרגילים

להלן דוגמאות של תרגילים מוכרים הנכללים בדרך כלל בנוסגרת שיעורי החינוך הגופני או אימוני ספורט. כדי שתרחש היפרטרופיה בעצם יש להקפיד על יישום העקרונות המפורטים להלן. מומלץ לשלב את התרגילים הללו ודומים להם בכל שיעור (במשך כ-10 דקות) ולהמליץ בפני הילדים לבצעם בקביעות בזמנם הפנוי, פעם-פעמיים נוספות בשבוע. **להלן העקרונות:**  
\* העומס צריך להיות גדול מזה שבחיי היום-יום (ראה עקומת עומס-שינוי במאמר הראשון).

