

השפעת הפעילות הגופנית על גדילת העצם בקרב ילדים ומתבגרים

חשיבותה של הפעילות הגופנית במניעה ובהאטה של איבוד מסת העצם בקרב האוכלוסייה המבוגרת ובעיקר נשים, ידועה זה מכבר. אך בעשור האחרון מתרבים המחקרים המצביעים על הקשר בין פעילות ובין עלייה במסת העצם אצל ילדים ומתבגרים, בעיקר בענפי ספורט המערבים נשיאת משקל, קפיצות ותרגילי חיזוק.

ברקת פלק

בשנים האחרונות גוברת המודעות לחשיבותה של מסת העצם, או צפיפות העצם כפי שהיא נקראת לעיתים. חשיבות זו באה לידי ביטוי בדרך כלל בגיל המבוגר: ככל שמסת העצם גדולה יותר, כך קטן הסיכוי לאוסטיאופורוזיס ("בריחת סידן") ולשברים שעלולים להיגרם עקב כך. קיימים כמה גורמים שעשויים להשפיע על מסת העצם:

- * תורשה או גורמים גנטיים
- * תזונה
- * המצב ההורמונלי בגוף
- * פעילות גופנית.

מחקרים רבים תיארו את ההשפעה של הגורמים השונים על מסת העצם: הגורמים הגנטיים (בעיקר מחקרים עם תאומים) (למשל, מקיי ותבי, 1994), התזונה (בר ומקיי, 1998) והמצב ההורמונלי (דופר וורן, 1990), בעיקר בנשים מבוגרות. ההשפעה השלילית של חוסר פעילות גופנית על מסת העצם, בעיקר בקרב אסטרונוטים ואנשים חולים, ידועה מזה שנים לא מעטות (פורווד ובור, 1993); אך רק בעשרים השנים האחרונות גברה המודעות לחשיבותה של הפעילות הגופנית כגורם חיובי שעשוי להעלות את מסת העצם או לפחות למנוע את הירידה בה - תופעה האופיינית לאוכלוסייה המבוגרת. למעשה, המודעות לחשיבותה של הפעילות הגופנית בהקשר למסת העצם החלה בנשים מבוגרות, בעיקר לאחר גיל הבלות. הסיבה לכך היא שנשים אלה הן האוכלוסייה העיקרית הסובלת מאוסטיאופורוזיס ומשברים כתוצאה מכך. מטרת הפעילות הגופנית בגילים אלו היא בעיקר למנוע או להאט את איבוד מסת העצם.

את השפעתה של הפעילות הגופנית על העצם בילדים ובמתבגרים החלו לבדוק רק בעשור האחרון. ואמנם, במהלך שנות ה-90 הגיעה הקהילה הרפואית למסקנה שפעילות גופנית עשויה להשפיע על מסת העצם גם בגיל הילדות, אלא שבאוכלוסייה זו, מטרת הפעילות הגופנית היא להעלות את מסת העצם, כך שבתום תקופת הגדילה אפשר יהיה להגיע

נמצא שגם אימונים בעצימות לא גבוהה העלו את צפיפות העצם בקרב ילדים

את השפעתה של הפעילות הגופנית על העצם בילדים ובמתבגרים החלו לבדוק רק בעשור האחרון. ואמנם, במהלך שנות ה-90 הגיעה הקהילה הרפואית למסקנה שפעילות גופנית עשויה להשפיע על מסת העצם גם בגיל הילדות, אלא שבאוכלוסייה זו, מטרת הפעילות הגופנית היא להעלות את מסת העצם, כך שבתום תקופת הגדילה אפשר יהיה להגיע

עשויה להשפיע על מסת העצם גם בגיל הילדות, אלא שבאוכלוסייה זו, מטרת הפעילות הגופנית היא להעלות את מסת העצם, כך שבתום תקופת הגדילה אפשר יהיה להגיע

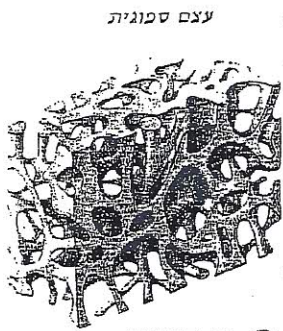


לשיא גבוה יותר של מסת עצם (ראה בהמשך). ההנחה היא שבתום תקופת הגדילה חוזק השלד בשיאו, ופעילות גופנית עשויה להעלות חוזק זה. מאמר זה סוקר את המחקרים (המעטים עד כה) שבדקו את מידת ההשפעה של פעילות גופנית על מסת העצם בתקופת הגדילה.

שיטות למדידת מסת עצם

קיימות שיטות רבות למדידת מסת העצם ובעיקר צפיפות העצם. נציין בקצרה את היתרונות והחסרונות של השיטות המקובלות, בעיקר בהקשר לילדים:

- צילום רנטגן: זו היתה השיטה הראשונה להעריך את צפיפות העצם, אך היא אינה מדויקת ואינה כמותית. לכן, ב-30 השנים האחרונות פותחו שיטות מדויקות ורגישות (ואף יקרות) יותר להערכת מסת העצם:

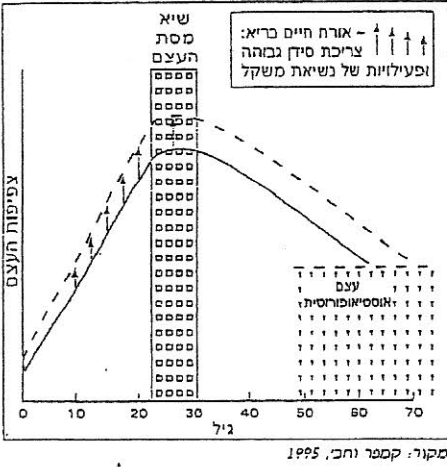


ב. DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry): זו השיטה

הנפוצה והמקובלת ביותר, ולפיה קיימות נורמות של צפיפות עצם לגילים שונים. השיטה מדויקת ביותר, אך חסרונה העיקרי הוא בכך שהמדידה מושפעת מגודל העצם ולא רק מצפיפותה. במילים אחרות, עצם גדולה תימדד כצפופה יותר מעצם קטנה בעלת צפיפות דומה, ולפיכך צפיפות העצם במבוגרים תתקבל תמיד כגבוהה יותר מצפיפותה בילדים רק משום שילדים עצמות קטנות יותר.

ג. MRI, QCT: אלו שיטות מדויקות מאוד שאינן מושפעות מגודל העצם, אך יקרות מאוד ומשמשות בעיקר למטרות מחקר.

זו ואחריה קצב איבוד העצם דומה בקרב נשים וגברים. מבוגר, אם כן, מסת העצם נמוכה יחסית והסיכון לשיבריים אוסטיאופורוסיס הולך וגדל. בהנחה שהמצב ההורמונלי תקין ומאוזן, וצריכת הסידן בתזונה היא בהתאם להמלצות, הדרך היחידה להגדיל את מסת העצם בתקופת הגדילה - ובכך להגיע לשיא מסת-עצם גבוהה יותר - היא בעזרת פעילות גופנית. שיא גבוה זה יגרום לדחיית הגיל שבו מסת העצם תהיה נמוכה ובעלת סיכון גבוה לשיבריים אוסטיאופורוסיס. דחייה זו תשפר כמובן את איכות החיים בגיל המבוגר.



מקור: קספר וחב, 1995

החינוך הגופני והספורט - יוני 2000

ד. אולטרה-סאונד: שיטה שאינה מודדת את מסת העצם אך משקפת את תכונות העצם. השימוש בה הולך וגובר בשנים האחרונות, מכיוון שהיא מדויקת, בטוחה, ניידת וזולה יחסית וכנראה גם אינה מושפעת מגודל העצם כמו שיטת ה-DXA. לפיכך ייתכן שהיא מתאימה יותר לילדים ולמתבגרים, שבהם משונות בגודל הגוף בכלל ובעצמות בפרט גדולה מאוד. עם זאת, השימוש בשיטה זו מוגבל, ואין עדיין די נתונים בילדים.

היבטים התפתחותיים

כמות המינרלים בעצם ובעיקר כמות הסידן עולה עם הגיל: כך למשל, בגוף הילוד יש כ-25 גרם סידן, ובסוף שנות העשרה כולל השלד כ-1000 ג' סידן. במהלך שנות הבגרות הגוף מאבד כ-400 ג' סידן, שהם כמחצית הכמות שצבר בשנות הגדילה. לכן, צבירה של סידן ומינרלים בעצם בשנות הגדילה היא חיונית ביותר, וכל הפרעה בצבירה זו עלולה להיות בעלת השלכות שליליות ביותר בגיל המבוגר (ביילי וחב, 1996).

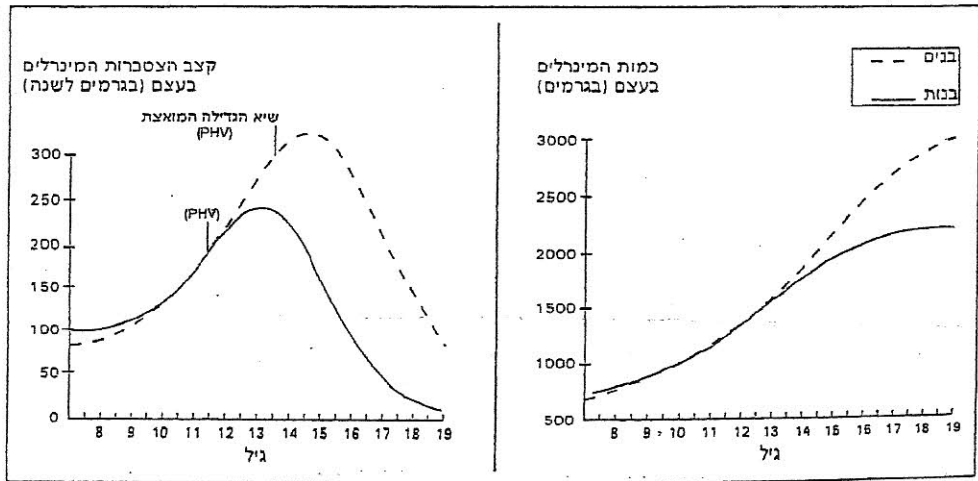
כמות המינרלים בעצם וקצב הצטברות המינרלים בה בקרב בנים ובנות בגילים 8 עד 19 מוצגים באיור 1. הממצאים באיור מבוססים על מדידות מינרל-עצם בשיטת DXA בקרב 471 בנים ו-564 בנות. ניתן להבחין שכמות המינרלים בעצם עולה עם הגיל בשני המינים (באיור הימני), אך כבר בגיל צעיר כמות המינרלים בעצם אצל הבנים גבוהה מזו של הבנות. סביר להניח שהבדל זה נובע מהעובדה הפשוטה שהבנים גדולים יותר מבנות, ולא דווקא שצפיפות העצם אצלם גבוהה יותר. עוד ניתן לראות ששיא קצב

פעילות גופנית ומסת העצם בילדים

בשנת 1996 פרסמו ביילי

וחבריו סקירה רחבה, מעמיקה ומאירת עיניים המסכמת את המחקרים שבדקו את השפעתה של הפעילות הגופנית על מסת העצם בילדים. כמות המחקרים בתחום זה עלתה מאז באופן משמעותי ביותר, עובדה המשקפת את חשיבות הנושא. קיימים סוגים שונים של מחקרים שבדקו את השפעתה של הפעילות הגופנית על מסת העצם: א. מחקרים רטרוספקטיביים ב. מחקרי רוחב תיאוריים המשווים בדרך כלל בין ספורטאים ללא-ספורטאים ג. מחקרי רוחב תיאוריים המשווים צד דומיננטי ללא-

איור 1: סך כל כמות המינרלים בשלד (מימין) וקצב הצטברות המינרלים בעצם (ומשמאל) בקרב בנים ובנות



מקור: ביילי וחב, 1996

דומיננטי בענפי ספורט לא-סימטריים (כמו טניס). ד. מחקרים מבוקרים ופרוספקטיביים מבחינה מתודולוגית, המחקרים הרטרוספקטיביים הם החלשים ביותר, בעוד המחקרים הפרוספקטיביים והמבוקרים הם החזקים ביותר. בסקירה זו יוצגו כמה דוגמאות אופייניות לכל אחד מסוגי המחקרים ויודגשו חשיבותו וייחודו של כל אחד מהם.

הצטברות המינרלים בעצם חל כשנה לאחר שיא הצמיחה לגובה (PHV באיור השמאלי). במילים אחרות, השלד ממשיך לצבור מינרלים בקצב מואץ גם כאשר הצמיחה לגובה הולכת ופוחתת. כלומר, קיימת תקופת מעבר שבה העצם יותר חלשה יחסית, והסיכוי לפגיעות גבוה יותר. תקופה זו חלה סביב הצמיחה המואצת לגובה (זו הסיבה שבתקופה זו מומלץ לצרוך יותר סידן בתזונה).

ג. מחקרי רוחב תיאוריים: צד דומיננטי לעומת לא דומיננטי

* כף-יד דומיננטית לעומת כף-היד השנייה אצל טניסאים: אחד הממצאים הראשונים והבולטים ביותר שהצביעו על כך שפעילות גופנית עשויה להשפיע על העצם היה בקרב טניסאים. ממצאים אלו הראו ששורש כף-היד הדומיננטית היה רחב יותר משורש כף-היד הלא-דומיננטית. ואכן, ענפי ספורט שבהם צד אחד דומיננטי מהווים מודל מצוין המדגים את השפעת העומס המכני על העצם. זאת מכיוון שבשני הצדדים קיימת השפעה זהה מבחינת הגנטיקה, התזונה והמצב ההורמונלי - הגורמים המשפיעים על מסת העצם; אך רק בצד אחד קיימת השפעה של עומס מכני, המופעל לסירוגין בדרך כלל. ואמנם, קיימות כמה דוגמאות בספרות המתארות צפיפות עצם גבוהה יותר בצד הדומיננטי בקרב שחקני טניס,

מהשיטות שבהן השתמשו (למשל, שאלון למבוגרים לגבי הפעילות הגופנית שלהם בשנות הילדות). עם זאת, מחקרים אחרים הראו שלפעילות גופנית בגיל מוקדם היה מתאם משמעותי לצפיפות העצם (וולטן וחבי, 1994; טלסקי וחבי, 1992; טלמגי ואנדרסון, 1984). אלו היו המחקרים הראשונים שהראו את הקשר בין פעילות גופנית למסת העצם אצל ילדים.

ב. מחקרי רוחב תיאוריים: ספורטאים לעומת לא ספורטאים

מחקרים מן השנים האחרונות השוו את מסת העצם בין ספורטאים ללא-ספורטאים או בין ספורטאים בענפי ספורט שונים:

* מתעמלות צעירות לעומת לא ספורטאיות: דייסון וחבי (1997) הראו שצפיפות העצם גבוהה יותר בקרב מתעמלות בנות 7-11, בהשוואה לילדות שאינן ספורטאיות. ההבדלים נמצאו הן בסך-כל מסת העצם והן כאשר נבדקו בנפרד עצם ספוגית (למשל, בעמוד השררה) ועצם דחוסה (למשל, בעצמות הארוכות).

* ענפי ספורט המערבים נשיאת משקל לעומת ענפים אחרים: כמתבגרים קיימים מחקרים רבים המדגימים מסת עצם גבוהה יחסית אצל ספורטאים בענפי ספורט שונים כגון התעמלות מכשירים, הרמת משקולות, כדורגל, כדורסל, כדורעף וכדור נוצה, אך לא בשחייה או בהוקי קרח. הטענה היא שענפי ספורט המערבים נשיאת משקל וקפיצות יגרמו לעלייה במסת העצם, בעוד ענפים אחרים שבהם הפעלת השרירים אינה כנגד כוח המשיכה, כגון שחייה והחלקה על הקרח, לא יגרמו לשיפור במסת העצם. אחד המחקרים הראשונים שהדגים נקודה זו הראה שמסת העצם היתה גבוהה יותר בקרב 17 שחקני כדור צעירים, בהשוואה ל-17 שחיניים

צעירים (גרימסטון וחבי, 1993). מחקר אחר הראה לאחרונה שצפיפות העצם בקרב שחקנים צעירים בהוקי-קרח ובכדור-נוצה היתה גבוהה יותר בהשוואה לנערים שאינם ספורטאים (נורדסטרום וחבי, 1998; איור 3). יתרה מזו, צפיפות העצם בעצמות נושאות משקל (למשל, עצם הירך) היתה גבוהה יותר אצל שחקני כדור-הנוצה בהשוואה לשחקני ההוקי קרח. זאת, למרות העובדה ששחקני כדור-הנוצה התאמנו פחות שעות בשבוע (5.2) בהשוואה לשחקני ההוקי קרח (8.5).

* שחייניות לעומת לא ספורטאיות: במדידות מוקדמות שערכנו בקרב ספורטאי עילית בארץ מצאנו שחוזק העצם, כפי שמשתקף במדידת אולטרה-סאונד בשחייניות עילית, גבוה יותר בהשוואה לבנות נוער שאינן ספורטאיות. הבדל זה סותר ממצאים קודמים בספרות, שלפיהם אין הבדל בצפיפות העצם בין שחינים לאלו שאינם ספורטאים. ייתכן שההבדל שמצאנו נובע מכך ששחייניות העילית מתאמנות ברמה גבוהה בהרבה מהשחינים שתוארו עד כה בספרות.

**בענפים לא-סימטריים
כמו טניס, סקווש
וכדור-בסיס,
שורש כף היד הדומיננטית
היה עבה יותר**

סקווש, כדור-בסיס ואפילו שחקני כדור-נוצה מתבגרים ומבוגרים (ראה סקירתם של ביילי וחבי, 1996). מחקר יפני השווה את צפיפות העצם בשתי הידיים בקרב שחקני כדור-נוצה בני 13-15, ששיחקו שנתיים וחצי בממוצע, בהשוואה לבני-נוער פעילים אך לא ספורטאים (קסטוטה וחבי, 1996).

בשתי הקבוצות צפיפות העצם היתה גבוהה יותר ביד הדומיננטית, אך ההבדל היה מובהק רק בקרב הספורטאים. מחקרים מסוג זה הם עדות חזקה להשפעתה של הפעילות הגופנית, ובפרט זו המערבת העמסה מכנית חוזרת, על הצטברות מסת העצם בתקופת הגדילה.

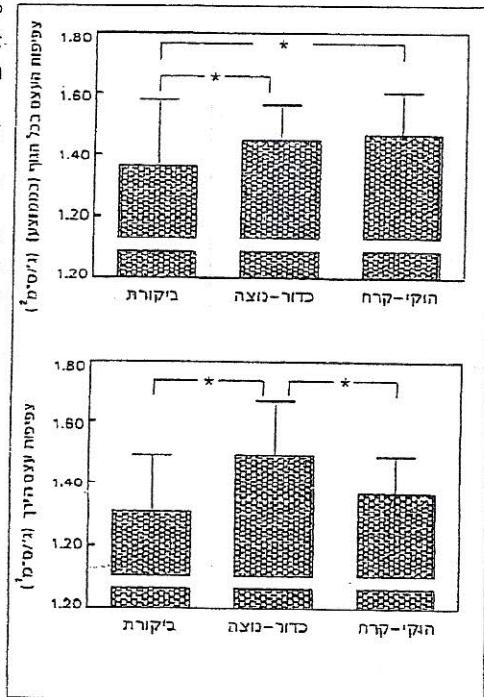
ד. מחקרים מבוקרים ופרוספקטיביים:

קבוצת אימון לעומת קבוצת ביקורת

המחקרים המשמעותיים ביותר המדגימים את השפעתה של הפעילות הגופנית על העצם הם המחקרים הפרוספקטיביים המבוקרים. בסוג זה של מחקרים מושוות שתי קבוצות דומות לפני תקופת אימון ואחריה, כאשר קבוצה אחת מתאמנת והשנייה מהווה קבוצת ביקורת. מעט מאוד מחקרים כאלו בדקו ילדים עד היום, אם כי מספרם עולה בשנתיים האחרונות:

* קבוצת פיתוח כוח לעומת קבוצת ביקורת: מוריס וחבריו (1997) חילקו 71 בנות בגילים 9-10 לשתי קבוצות: אחת קיבלה שיעורים רגילים בחינוך גופני, בעוד השנייה קיבלה העשרה בשיעורי החינוך הגופני, שהתבטאה בפעילות המאופיינת בעומס מכני על

איור 3: צפיפות העצם בכל הגוף (למעלה) ובעצם הירך (למטה) אצל שחקני כדור-נוצה, הוקי-קרח וקבוצת ביקורת



* * הבדל מובהק בין הקבוצות. התוצנים לקוחים מתוך נורדסטרום וחבי, 1998.

3. Bradney, M. et al. (1998). Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density and bone strength: A controlled prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13:1814-1821.
4. Dhuper, S. et al. (1990). Effects of hormonal status on bone density in adolescent girls. *J.Clin. Endocrinol. Metab.*, 71:1083-1088.
5. Dyson, K. et al. (1997). Gymnastic training and bone density in pre-adolescent females. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29:443-450.
6. Forwood, M., Burr, D. (1993). Physical activity and bone mass: exercise in frailty? *Bone and Mineral*, 21:89-112.
7. Grimston, S.K., Willows, N.D., Hanley, D.A. (1993). Mechanical loading regime and its relationship to bone mineral density in children. *Medicine and Sports and Exercise*, 25:1203-1210.
8. Katsuta S. et al. (1996). Effects of unilateral activity on bone mineral density and content in adolescent males. *Bull. Inst. Health & Sport Sci., Univ. of Tsukuba, Japan* 19:99-106.
9. Kemper, H.C.G., Welten, D.C., Van Mechelen, W. (1995). Effects of weight-bearing physical activity on the development of peak bone density. In Kemper, H.C.G. (ed.). *The Amsterdam Growth Study: A longitudinal analysis of health, fitness and lifestyle*. HK Sport Science Monograph Series, 6:225-235. Champaign, IL: Human Kinetics.
10. McKay, H. et al. (1994). Familial comparison of bone mineral density at the proximal femur and lumbar spine. *Bone Mineral research*, 24:95-107.
11. Morris, F.L. et al. (1997). Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: Positive effects on bone and lean mass. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12:1453-1462.
12. Nordstrom, P., Pettersson, U., Lorentzon, R. (1998). Type of physical activity, muscle strength and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13:1141-1148.
13. Position Statement the International Federation of Sports Medicine (FIMS). (1998). Resistance training of children & adolescents, in: Chan, K.M. & Michelu, L. S. (eds). *Sports & Children*. Williams & Wilkins, Asia-Pacific Ltd. Hong-Kong.
14. Talmage, R.U., Anderson, J.J.B. (1984). Bone density loss in women: Effects of childhood activity, exercise, calcium intake and estrogen therapy. *Calcif. Tissue Int.* 36:52.
15. Tyiavsky, F. et al. (1992). Are calcium intakes and physical activity patterns during adolescence related to radial bone mass of college age females? *Osteoporos. Int.* 2:232-240.
16. Welten, D.C. et al. (1994). Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *Bone Mineral Research*, 9:1089-1096.

העצמות (high impact) ובפיתוח כוח שריר. לאחר 10 חודשים, שלוש פעמים בשבוע, חצי שעה בכל פעם, נוכחו החוקרים שמסת העצם עלתה בשתי הקבוצות כתוצאה מגדילה, אך העלייה בקבוצה שקיבלה העשרה היתה גבוהה יותר באופן מובהק. החוקרים אף ציינו שהעלייה במסת העצם היתה בהתאמה לעלייה במסה-שאינה-שומן (מסת השריר). תוצאות אלו מחזקות את ההמלצה לכלול אימונים מפתחי כוח-שריר במסגרות של אימון גופני לילדים.

* פעילות בעצימות מתונה: ממצאים דומים דווחו גם במחקר שנעשה בקרב בני 8-11 שהתאמנו במשך שמונה חודשים (ברדני וחבי, 1998). הייחוד במחקר זה הוא שההעשרה בשיעורי החינוך הגופני ככלה אימונים בעצימות מתונה ולא בעצימות גבוהה כפי שהיה במחקרים קודמים. במחקר זה אף נמצא שלא רק צפיפות העצם עלתה אלא גם עוביה של העצם הדהוסה (בעצמות הארוכות).

בימים אלו אנו עורכים מחקר בקרב ילדי בתי-ספר העוסקים באימונים לחיזוק השרירים. בשלב הראשון האימונים היו בעצימות נמוכה יחסית, והתקיימו פעמיים בשבוע במסגרת שיעורי החינוך הגופני. מפת העצימות והנפח הנמוכים, אין אנו צופים השפעה משמעותית על העצם בשלבים הראשונים. עם זאת, הנתונים מראים שלא היתה כל השפעה לרעה על הגדילה ועל תכונות העצם. בשנה הראשונה לאימונים. ממצאים אלו מחזקים ממצאים דומים מארצות אחרות ותומכים בקיום אימוני-כוח לילדים, כפי שמומלץ על-ידי החברה הישראלית לרפואת ספורט (החינוך הגופני והספורט" 3, פברואר 1997) וארגונים מקצועיים רבים בחו"ל (לדוגמה, ההתאחדות הבין-לאומית לרפואת ספורט, 1998).

סיכום

בשורה האחרון מתרבים המחקרים המציגים באופן עקבי הבדלים במסת העצם אצל ילדים ומתבגרים ספורטאים בהשוואה לאלו שאינם ספורטאים. הבדלים אלו ניכרים בעיקר בענפי ספורט המערבים נשיאה של משקל הגוף (כגון התעמלות, מישחקי כדור), ופחות בענפים כגון שחייה שבהם אין התנגדות של כוח משכית כדור הארץ. אך אלו הם מחקרי רוחב וניתן לטעון, באופן תיאורטי, שספורטאים המצליחים בענפי ספורט אלה הם בעלי מסת-עצם גבוהה יותר מלכתחילה, עוד בטרם החלו להתאמן. לפיכך, ענפי ספורט לא-סימטריים, כמו טניס, שבהם מודגש צד אחד של הגוף, מהווים מודל מצוין המדגים את השפעתו הספציפית של העומס המכני על ההתפתחות וגדילת השלד. כמו כן, מחקרים פרוספקטיביים מבוקרים שבדקו את השפעתה של פעילות גופנית על העצם בקרב ילדים ומתבגרים מצביעים על ההשפעה החיובית של אימונים הכוללים נשיאת משקל, קפיצות (high impact) ותרגילי חיזוק על מסת העצם. עם זאת, עדיין לא ברור מהו המינון המיטבי מבחינת משך הפעילות, תדירותה ועצימותה לשיפור צבירת מסת העצם בקרב ילדים ומתבגרים.

רשימת מקורות

1. Bailey, D.A., Faulkner, R.A., McKay, H.A. (1996). Growth, physical activity and bone mineral acquisition. In Holloszy, J.O. (ed.). *Exercise and Sport Sci. Rev.* 24, 233-266. Baltimore: Williams & Wilkins.
2. Barr, S.I., McKay, H.A. (1998). Nutrition, exercise and bone status in youth. *International Journal of Sport Nutrition*, 8:124-142.