

התפתחות השלד בשרקנים ובני אדם

Zoe Skinner¹, Natasha Clark¹, Sharon Rutland², Andrew Dawkins³, Catrin Sian Rutland^{1*}

¹בית הספר לרפואה וטרינרית ולמדע, אוניברסיטת נוטינגהאם, סאטון בונינגטון, לאפבורו, בריטניה

²מורה ועורכת תוכן עצמאית, דרבי, בריטניה

³שירות דרבי ללמידת מבוגרים, דרבי, בריטניה

סוקרים צעירים

HUIHE
גיל: 8



JINGKAI
גיל: 13



MENG
גיל: 15



OLIVER
גיל: 11



לבעלי חיים יש שלד, שמורכב מהרבה עצמות שונות. עצמות הן חיוניות – בלעדיהן לא היינו מסוגלים לנוע, להגן על איברים פנימיים, לאחסן מינרלים, או אפילו לייצר חלק מסוגי התאים! כשאנו צעירים, נוסף על הגדילה שלנו, עצמותינו צריכות להתפתח לצורות מסוימות. מאמר זה יתאר כיצד ומדוע עצמות גדלות ומחלימות בבני אדם ובשרקנים. באמצעות שיטת דימות מיוחדת שנקראת טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת, נציג בפניכם את המבנה הייחודי של חלק מעצמות השרקנים, וכיצד לחיות בגילים שונים יש שונות במבנה העצמות. כמו כן נדון באופן שבו התגלית המרתקת של חור בעצם, שנקרא נְקֵב סוּפְרָטְרוֹקְלִיאָרִי, תוארה בפעם הראשונה במין מסוים. נענה גם על שאלות כמו "כיצד תוכלו לשמור על עצמותיכם בריאות?", ו"מה קורה לשלדים של אסטרונאוטים בחלל?".

מהן עצמות?

מספר העצמות בגוף האנושי משתנה במהלך החיים. האם ידעתם שיש לנו כ-270 עצמות בלידה, אך כמותן פוחתת ל-206 עצמות כשאנו מבוגרים מאחר שחלק מהעצמות מתאחות

יחד? לשרקנים יש 258 עצמות. אף על פי שליונקים רבים כמו בני אדם ושרקנים לעיתים קרובות יש שלדים דומים, מספר העצמות וצורתיהן עשויים להשתנות בין חיות שונות.

ישנם חמישה סוגי עצמות: (1) עצמות ארוכות תומכות במשקל גופכם ומסייעות לכם לנוע. הן נמצאות בזרועותיכם וברגליכם; (2) עצמות קצרות מאפשרות תנועה דרך המפרקים שלכם תוך שמירה על יציבותם, לדוגמה בפרקי הידיים שלכם ובקרוסוליים; (3) עצמות שטוחות מגינות על איברים בתוך גופכם, לדוגמה עצמות הגולגולת מגינות על מוחכם מפני פגיעה; (4) לעצמות לא רגילות יש צורות שונות שמסייעות להן להגן על איברים, כמו למשל עצמות של חוליות בעמוד השדרה שלכם; (5) עצמות סקמואידיות, כמו למשל פיקות הברכיים שלכם, הן עצמות קטנות ועגולות שמוטבעות בגידים (מבנים שמחברים שרירים לעצמות), ומגינות על הגידים מפני נזק.

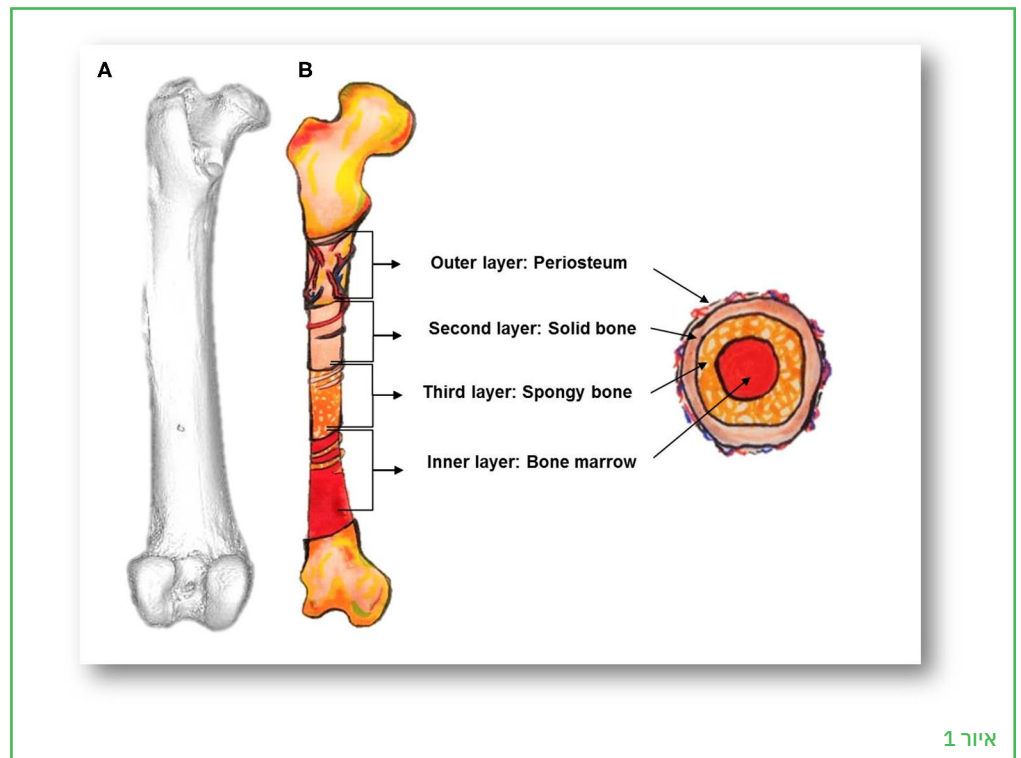
מרבית העצמות מורכבות מאותם מרכיבי יסוד (איור 1). השכבה החיצונית של העצם נקראת **מִסֵּב העצם**, והיא מכילה עצבים וכלי דם. השכבה השנייה היא עצם מוצקה, שהיא העצם החלקה שרואים כשמסתכלים על שלד. השכבה הבאה נקראת עצם ספוגית, שנראית כמו רצועות של ספגטי, אך עדיין מרגישה חזקה וקשיחה. שכבת העצם הפנימית היא **מֵת העצם**, אשר מייצר את תאי הדם האדומים שנושאים חמצן וחומרי מזון ברחבי הגוף [1].

מִסֵּב העצם (Periosteum)

ממברנה שמורכבת מרקמה, מכלי דם ומעצבים שמקיפים את העצם בכדי לספק לה חמצן וחומרי מזון.

איור 1

עצם הירך של שרקן – מבנה ומרכיבים. (A) תמונת טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת של עצם הירך של שרקן. (B) ציור של העצם וחתך רחב (דרך המרכז) מראים את ארבע שכבות העצם העיקריות: מסב העצם, שמכיל הרבה כלי דם ועצבים; עצם מוצקה; עצם ספוגית ומח עצם.



איור 1

אף על פי שעצמות עשויות להיראות כמו אובייקטים נטולי חיים, הן למעשה מורכבות מִתְאִים חיים, ואף מסוגלות להסתגל לתנאים שונים. עצמות של אתלטים אולימפיים יִשְׁנוּ את צורתן כתלות בתרגילים שהם מבצעים, וכך גם עצמותיכם, אם תעשו ספורט. אסטרונואוטים מאבדים מסת עצם כשהם נמצאים בחלל, בקצב של 1-2% בחודש. זה יכול להוות בעיה

גדולה עבור טיול ארוך-טווח בחלל, במיוחד כאשר אסטרונוטים חוזרים אל כדור הארץ עם עצמות חלשות יותר.

כיצד עצמות גדלות?

כשהייתם תינוקות ברחם אימכם, השלד שלכם התחיל את חייו בתור סחוס, לא עצם. סחוס הוא קשיח אך גמיש – תכונה שימושית כשחיים בתוך מרחב קטן ברחם. זה גם מאפשר לידה בטוחה יותר. כשגדלים, חלק מחלקי גופכם נותרים כסחוס בעוד שחלקים אחרים מתקדמים, או נהפכים לעצם, בתהליך שנקרא **התגורמות**. אזורים בעצם שנקראים **לוחית צמיחה** מורכבים מסחוס, ומאפשרות לעצמות חדשות להיווצר (איור 2A, B). בתחילה, סחוס חדש נוצר בלוחית הגדילה. לאחר מכן, הסחוס הזה מתגרם, מה שמאפשר לעצמות להתארך.

התגרמות (Ossification)

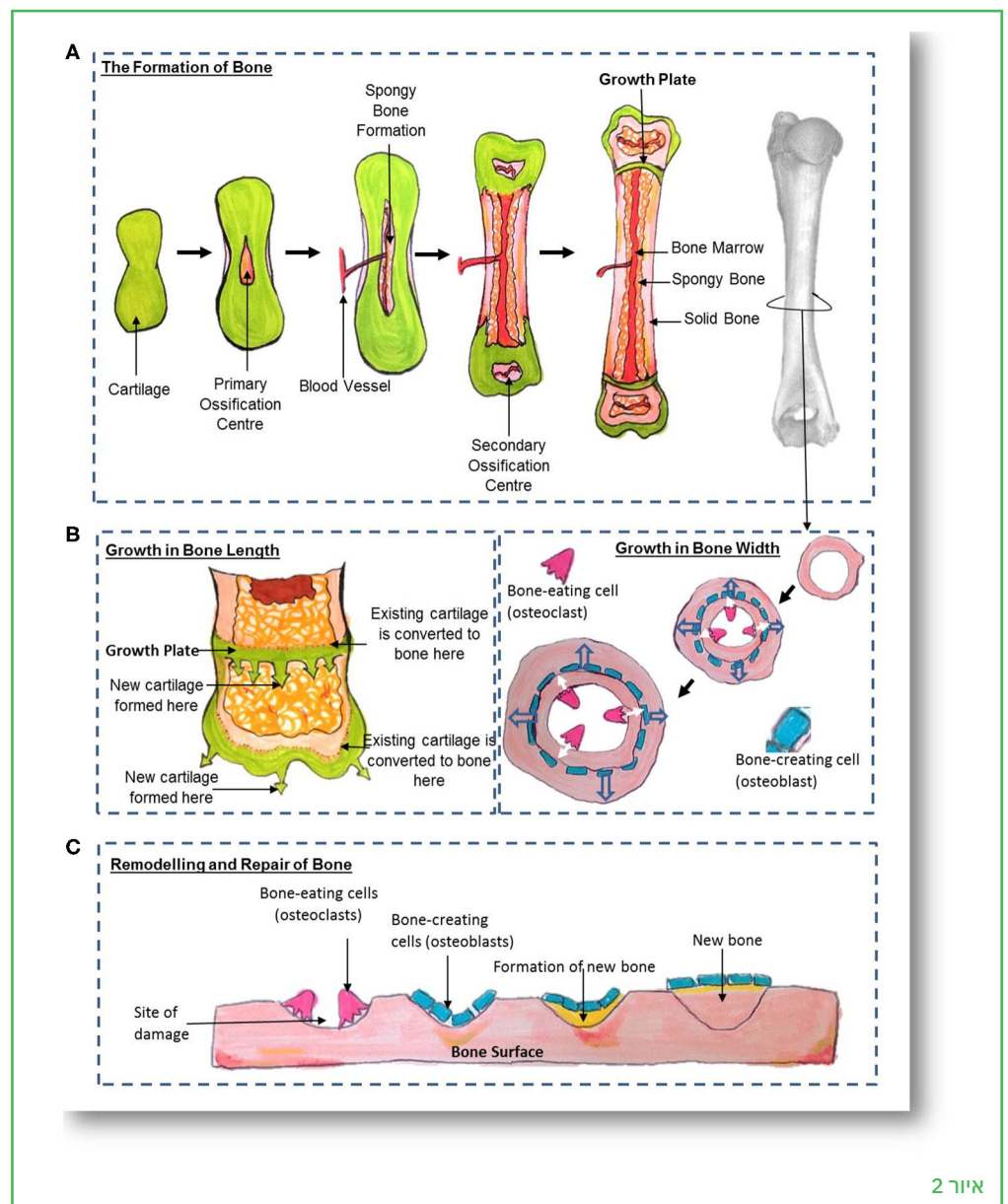
תהליך של יצירת עצם חדשה.

לוחית צמיחה (Growth Plate)

אזורים בקצה של עצמות ארוכות, שם מתרחשת גדילה של עצם חדשה.

איור 2

היווצרות עצם, צמיחתה ועיצובה. (A) כיצד עצם נוצרת; (B) איך עצם צומחת; (C) האופן שבו עצם מתעצבת מחדש ומתקנת. תאים שנקראים אוֹסְטְיוֹאֶקְלֶסְטִים ואֹסְטְיוֹבְלֶסְטִים מסייעים בשיקום העצם. התמונה הימנית ביותר ב-A היא תמונת טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת של עצם הזרוע של שרקן.



איור 2

בהגיעכם לבגרות מינית, פוסקת היצירה של סחוס חדש בלוחיות הגדילה. בסופו של דבר, לוחית הגדילה עצמה נעשית גרמית. רוב העצמות הארוכות מפסיקות לגדול לאורך עד גיל 18 לערך אצל נקבות, וגיל 21 לערך אצל זכרים. מרבית גדילת העצם פוסקת לחלוטין עד גיל 25, למעט תיקון ותחזוקה כלליים. אורך עצמותיכם, ולכן גובהכם, נשלטים על ידי גורמים רבים בהם הגנים שאתם יורשים מהורייכם; התזונה שלכם; כמות הפעילות הגופנית שאתם מבצעים, ואפילו ההורמונים שנוכחים בגופכם.

במהלך חייכם, עצמותיכם גדלות לרוחב. תאים יוצרי-עצם מיוחדים שנקראים **אוֹסְטֵיאוֹבְלֵסְטִים** (Osteoblast), אשר ממוקמים בשכבת מסב העצם, מוסיפים עצם חדשה לאורך החלק החיצוני של עצם מוצקה קיימת (איורים 1, C, 2B). תאים מפרקי-עצם מיוחדים שנקראים **אוֹסְטֵיאוֹקְלֵסְטִים** מסירים עצם ישן מהמרכז, מה שאומר ששכבת העצם הקשיחה נותרת באותו העובי, אולם העצם גדלה לרוחב [2].

בעוד שמרבית גדילת העצם מתרחשת לפני גיל 25, עצמותיכם עדיין משתנות כל הזמן כשאתם מבוגרים – אנוקוראים לזה עיצוב מחדש (remodeling). אוסטיאוקלסטים מסירים עצם שניזוקה, ואוסטיאובלסטים בונים עצם חדשה על אותו המשטח (איור 2C). הדבר מתרחש אם יש לכם עצם שמחלימה משבר, או פשוט כדי להחליף עצם ישנה יותר במטרה לשמור עליה בריאה. ככל הנראה, עצמותיכם מתעצבות מחדש בזה הרגע.

מדוע עצמות נשברות?

עצמות עלולות להישבר מסיבות רבות, למשל עקב מכה או עיקום העצמות באופן לא רגיל. לחלופין, עצמותיכם יכולות להיחלש ממגוון סיבות כמו הזדקנות; תזונה בלתי מאוזנת; חוסר ביצוע פעילות גופנית, או בשל מחלה או מצב רפואי. כל הגורמים האלה מפחיתים את הקצב שבו תאי עצם מוחלפים, ועשויים להאט את זמני ההחלמה. בשלבים שונים בהתפתחות, מבנה העצם שלכם, עוביה וגודלה ישתנו, וזה עשוי לשנות את סיכוייכם לשבירת עצם.

גם התנהגותכם משפיעה על הסיכויים לשבירת עצם. זאטוטים נופלים הרבה כשהם לומדים ללכת, מה שיכול להגדיל את הסיכון לשבירת עצמות. ענפי ספורט שכוללים מגע, כמו כדורגל או כדור רשת, עלולים להגדיל את סיכוייכם להיתקל במשהו ולשבור עצמות. בד בבד פעילות גופנית שומרת על גופכם בריא. החדשות הטובות הן שעצמות בדרך כלל מחלימות טוב יותר אצל אנשים צעירים ואצל חיות.

חקירת עצמות של שרקנים

מיליוני שרקנים ברחבי העולם משמשים כחיות מחמד. הם גם מהווים מקור מזון חשוב, ונתפסים כמעדן באזורים מסוימים בעולם. מאחר שהם חיות בעלות חשיבות רבה, והיות שמנתחים וטרינרים נתקלים בשרקנים רבים עם רגליים שבורות, חיוני להבין את מבנה עצמותיה של חיה זו.

אוֹסְטֵיאוֹבְלֵסְט (Osteoblast)

תאים שמסייעים ליצור עצמות כשאנו גדלים, כשיש לנו סדק או שבר בעצם, וכן עוזרים לשמור על עצמותינו בריאות.

אוֹסְטֵיאוֹקְלֵסְט (Osteoclast)

תאים שמפְרְקים עצם מסייעים לעצב מחדש עצמות, לרפאן, או לגדלן, ולפרק תאים זקנים או גוססים.

חוקרים באוניברסיטת נוטינגהאם ערכו מחקר לגבי העובי, המבנה והגודל של עצמות שרקנים בגילים שונים [3]. המחקר התמקד בשלוש עצמות שלעיתים קרובות נשברות ודורשות טיפול רפואי: עצם הירך, עצם הזרוע והשכמה.

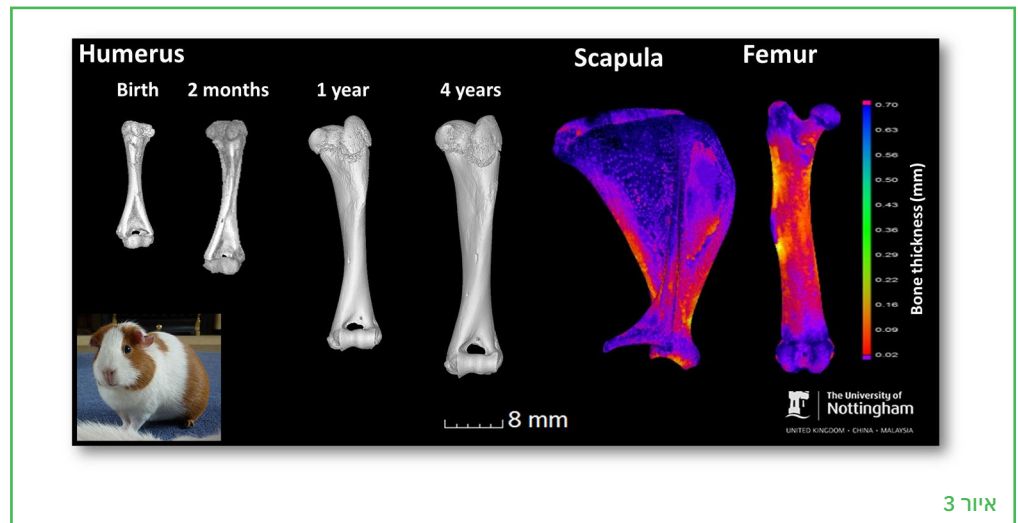
טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת היא שיטת דימות מדעית מודרנית שמאפשרת לנו להסתכל על עצמות ועל אובייקטים אחרים בהגדלות גדולות מאוד. המכשיר משתמש באלומות רנטגן רבות כדי לייצר תמונה תלת-ממדית. באמצעות טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת ושיטות נוספות, חוקרים מדדו את העובי של כל אחת משלוש העצמות של שרקנים, ואת האופן שבו העצמות השתנו בקרב חיות צעירות ומבוגרות יותר (איור 3). באופן מפתיע, למרות ששרקנים הגיעו למשקלם הסופי בגילי 8-12 חודשים, המחקר הראה שהאורך של העצם ועובייה המשיכו לגדול עד מעבר לגיל שנה! זה עשוי להסביר מדוע עצמות שרקנים עדיין נשברות בקלות יחסית, אפילו אחרי שהם מגיעים למשקלם הבוגר – כיוון שעצמותיהם עדיין מתפתחות.

טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת (Micro-CT - Micro-Computed Tomography)

שיטת דימות שמשמשת במחשב ובאלומת רנטגן דקה כדי לייצר תמונה תלת-ממדית של אובייקט, כמו למשל עצם [4].

איור 3

דימות טומוגרפיה מיקרו-ממוחשבת של עצמות שרקנים. צמיחת עצם הזרוע, המבנה שלה והפוך סופרטרוכליארי (חור בעצם) שבה, מוצגים מהלידה ועד לגיל 4 שנים. בשכמה ובעצם הירך של חזירי ים בני ארבע מוצג עובי העצם באמצעות צבעים שונים: אזורים כחולים הם העבים ביותר, ואזורים אדומים הם הדקים ביותר. בחלק השמאלי התחתון מופיעה תמונה של Nutmeg השרקן, ששייך לדוקטור Siobhan Simpson.



איור 3

תגלית גדולה אחרת הייתה שב-100% מעצמות הזרוע של חזירי הים היה חור גדול, שנקרא נקב סופרטרוכליארי (איור 3). המאפיין הזה מעולם לא נמצא לפני כן אצל שרקנים, והוא בלתי רגיל בקרב מינים רבים אחרים. חור זה בעצם הזרוע עשוי לסייע למפרק המרפק להתארך ולנוע, אך גם להגדיל את הסיכויים לשברים בעצם. הדבר שכיח בקרב מכרסמים שהולכים על האדמה, ופחות שכיח בחיות שחיות על עצים, כמו קופים. בבני אדם, עשוי להיות בעצם הזרוע פוך סופרטרוכליארי, אולם לא תמיד. התופעה נפוצה יותר אצל נקבות, בעצם הזרוע השמאלית. הסבירות שלאנשים יהיה חור זה בעצם הזרוע משתנה בין אזורים שונים בעולם. לדוגמה, בערך ל-1% מהאנשים ביוון יש נקב סופרטרוכליארי, ל-6.9% מהאנשים בארצות הברית ול-18.8% מהאנשים ביפן, אך האחוז הגבוה ביותר שדווח הוא בקרב ילידים אינדיאנים אמריקאים מאַרְקְנְסוֹ – 52%, אשר להם הסיכוי הגבוה ביותר להיוולד עם חור כזה [5]. אנו תוהים אם החור נמצא בעצם הזרוע שלכם? מעניין גם שבקרב ילדים 58% מהשברים במרפק הם באזור הזה בעצם הזרוע – האם זה יכול להיות קשור לנקב הסופרטרוכליארי?

נקב סופרטרוכליארי (Supratrochlear Foramen)

השם המדעי של החור שנמצא מעל לחלק מעצם הזרוע שנקרא trochlea חור זה קיים אצל חלק מהאנשים והחיות, אך לא אצל כולם.

שמירה על עצמות בריאות וחזקות – בקרב אנשים ושרקנים

אתם צריכים להשתמש בעצמותיכם כדי שיגדלו, יתפתחו וישמרו על כוחן. האם ידעתם שהשרירים והעצמות מתקשקים זה עם זה? שרירים ממלאים תפקיד חיוני בשמירה על עצמות חזקות, מאחר שהם מונעים הפעלת לחץ/ מתח מוגברים על העצמות והמפרקים שלכם – לחץ יכול להזיק לעצמות. פעילות גופנית קבועה מסייעת לכם לבנות שרירים ועצמות חזקות ובריאים. לכן, חשוב לאפשר לשרקנים שלכם מקום לרוץ בו, ולהמשיך להיות פעילים בעצמכם.

גם התזונה שלכם חיונית בכל הנוגע לבריאות העצם ולחוזקה. אתם זקוקים למרכיבים ולחומרי המזון הנכונים מהמזון ומהשתייה שאתם צורכים כדי לשמור על התאים חיים ולרפא עצמות. לכן, חשוב להקפיד על תזונה בריאה ומאוזנת הכוללת ויטמינים ומינרלים שלעיתים קרובות מצויים בפירות, בירקות ובמוצרי חלב. גם שרקנים זקוקים לחומרי מזון טובים [6].

מסקנות

עצמות הן תחום מחקר מרתק באנטומיה. עצמות צריכות להתארכ ולהתפתח כשאנו גדלים, להסתגל לגופים המשתנים שלנו ולפעילויות שאנו מבצעים, ואפילו להתרפא אם אנו סודקים או שוברים עצם. דימות עצמות שרקנים לימד אותנו שעצמותיהם ממשיכות לגדול אפילו כשהחיה נראית בוגרת לגמרי. הדימות גם מצביע על כך שעובי העצמות משתנה בעצמות שונות, וכשהעצמות גדלות. כיום אנו יודעים שלשרקנים יש נקב סופר־טרוֹקְלִיאָרי בעצם הזרוע שלהם, שלעיתים נדירות נצפה אצל חיות אחרות. אנו מקווים שבמאמר זה הצלחנו להבהיר לכם כי גדילת עצם היא תחום מחקר מעניין וחשוב במיוחד לשמירה על בריאות טובה וסיוע להחלמתן של עצמות שבורות, אצל בני אדם, שרקנים ושאר החיות.

הודות

אנו רוצים להודות לחברה האנטומית על מימון באמצעות מענק Public Engagement and Outreach ל-Catrin, שכותרתו "אנטומיה לכול – הנגשת אנטומיה". חלק מהעבודה הזו התאפשר הודות למלגות INSPIRE לסטודנטים שמומנו על ידי The Wellcome Trust, האקדמיה למדעי הרפואה, שהוענקו לדוקטורים, Rutland, James, Mongan, Daly, Trust, האקדמיה למדעי הרפואה, שהוענקו לדוקטורים, Cobbs Braithwaite, Voigt. אנו מודים לאיגוד הבריטי למדע ולאוניברסיטת נוטינגהאם על שהעניקו ל-Catrin חברות ב-BSA Media. הערכתנו גם למחברים האחרים של המאמר המדעי המקורי, ל-BBSRC ולאוניברסיטת נוטינגהאם עבור מימון העבודה ההיא, ולבעלי השרקנים.

מאמר המקור

Witkowska, A., Alibhai, A., Hughes, C., Price, J., Klisch, K., Sturrock, C. J., et al. 2014. Computed tomography analysis of guinea pig bone: architecture,

bone thickness and dimensions throughout development. *PeerJ* 2:E615.
doi: 10.7717/peerj.615

מקורות

1. Machado, M., Mitchell, C., Franklin, J., Thorpe, A., and Rutland, C. 2020. Blood vessels under the microscope. *Front. Young Minds* 8:151. doi: 10.3389/frym.2019.00151
2. Mackie, E. J., Ahmed, Y. A., Tatarczuch, L., Chen, K. S., and Mirams, M. 2008. Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. *Int. J. Biochem. Cell B* 40:46–62. doi: 10.1016/j.biocel.2007.06.009
3. Witkowska, A., Alibhai, A., Hughes, C., Price, J., Klisch, K., Sturrock, C. J., et al. 2014. Computed tomography analysis of guinea pig bone: architecture, bone thickness and dimensions throughout development. *PeerJ* 2:E615. doi: 10.7717/peerj.615
4. Keane, M., Paul, E., Sturrock, C. J., Rauch, C., and Rutland, C. S. 2017. "Computed tomography in veterinary medicine: currently published and tomorrow's vision," in *Computed Tomography—Advanced Applications*, ed A. M. Halefoglu (London, UK:InTechOpen). p. 271–89. doi: 10.5772/intechopen.68556
5. Mathew, A. J., Gopidas, G. S., and Sukumaran, T. T. 2016. A study of the supratrochlear foramen of the humerus: anatomical and clinical perspective. *J. Clin. Diagn. Res.* 10:AC05–8. doi: 10.7860/JCDR/2016/17893.7237
6. Witkowska, A., Price, J., Hughes, C., Smith, D., White, K., Alibhai, A., et al. 2017. The effects of diet on anatomy, physiology and health in the guinea pig. *J. Anim. Health Behav. Sci.* 1:1–6. Available online at: <https://www.hilarispublisher.com/abstract/the-effects-of-diet-on-anatomy-physiology-and-health-in-the-guinea-pig-32044.html>

פורסם אונליין: 24 באפריל 2023

עורכת: Valerie Gerriets

מנחים מדעיים: Jieyun Bai and Anthony Holmes

ציטוט: Skinner Z, Clark N, Rutland S, Dawkins A and Rutland CS (2023) התפתחות השלד בשרקנים ובני אדם. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.561416-he

תורגם והתאם מ: Skinner Z, Clark N, Rutland S, Dawkins A and Rutland CS (2021) Skeleton Growth in Guinea Pigs and Humans. *Front. Young Minds* 9:561416. doi: 10.3389/frym.2021.561416

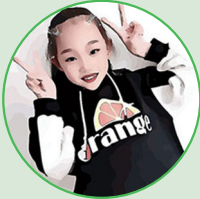
הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

Skinner, Clark, Rutland, Dawkins and Rutland 2023 © 2021 © COPYRIGHT זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

HUIHE, גיל: 8

היי! קוראים לי הוּאִיְהָא, בת 8. אני מבלה את זמני הפנוי בציור ובשירה. בעתיד אני מקווה להיות שדרנית רדיו או טלוויזיה, וגם להפיץ את חדשות המחקר האחרונות.



JINGKAI, גיל: 13

היי! קוראים לי ג'ינגקאי, אני בן 13, אוהב לעשות ספורט (כדורסל ורכיבה על אופניים). אני אוהב מדע, ובעתיד ארצה להיות ממציא.



MENG, גיל: 15

קוראים לי מנג, בן 15. בזמני הפנוי, אני אוהב לקרוא ולשיר. מקווה שבעתיד אוכל להיות שוטר.



OLIVER, גיל: 11

אני גר בבריטניה, אוהב לשחק הוקי וקריקט, לבנות בלגו, לנגן בכינור, לשחק באקס בוקס ולבלות עם הכלב שלי. אני חובב סרטים, במיוחד סרטי מארוול ומלחמת הכוכבים. אני גם אוהב לקרוא, והסופר האהוב עליי הוא Patrick Ness. בבית הספר, המקצועות האהובים עליי הם מדע, מחשבים, מתמטיקה ואנגלית. אני שונא פטריות, מְלִיזָה, ואת סרטי היורשים! כשאגדל, ארצה להיות מהנדס תוכנה או שחקן הוקי מקצועי.



הכותבים

ZOE SKINNER

אני סטודנטית לוותרנייה בשנת הלימודים האחרונה באוניברסיטת נוטינגהאם. הנושאים שאני הכי נהנית מהם הם הורמונים, עצמות ושרירים ורפואת עיניים. החיות האהובות עליי הן חתולים, ויש לי שניים שמקראים ג'ינגו ופּוֹבָה. אני אוהבת לצייר ולאיייר בשביל הכסף, אולם גם מוצאת שזו דרך גאונית להעמיק את הבנתי בנושאים קשים! בזמני הפנוי, אני אוהבת לבקר בגלריות ובמוזיאונים, לבשל ולטייל למקומות חדשים. הדרך האהובה עליי לשמור על עצמותיי בריאות היא באמצעות עשיית ספורט עם חבריי. ענפי הספורט שאני הכי אוהבת הם בְּדִמְיִטָּון ו-rounders (משחק עם מחבט וכדור).



**NATASHA CLARK**

בדיקת סיימתי תואר כמנתחת וטרינרית באוניברסיטת נוטינגהאם, ויש לי עניין גדול בקרדיולוגיה, ברפואת שניים וברפואת גן חיות. אני עובדת במגוון מרפאות וטרינריות וגני חיות. אוהבת אומנות כתחביב ומוצאת שהיא מרגיעה מאוד; אומנות מאפשרת לי ללמוד עוד על אנטומיה. הכלב שלי פופי ואני נהנים לעשות הליכות ארוכות באוויר הצח שסביב לפארקים הכפריים של National Trust כדי לשמור על עצמותינו ושירינו בריאים. בזמני הפנוי, אני נהנית לנגן על גיטרה קלאסית, לשחות, לעשות קמפינג וללכת לתיאטרון עם חברים.

**SHARON RUTLAND**

כמורה, לימדתי אנשים צעירים בבתי ספר במשך יותר מ-20 שנים. אני גם מגיחה מקצועית ועורכת תוכן, ולאחרונה התחלתי לכתוב את נובלת הילדים הראשונה שלי. יש לי שני ילדים, ג'ושוע וארין, שאוהבים ללמוד על חיות ומדע. בזמני הפנוי, אני נהנית לשחק טניס כדי לשמור על שרירי ועצמותיי בריאים, והתשוקה שלי לתיאטרון ולמשחק שומרת על הלב שלי בקצב מואץ, במיוחד בערב הבכורה.

**ANDREW DAWKINS**

אני מנהל תוכנית לימודים במתמטיקה ובאנגלית, ומורה למתמטיקה ולטכנולוגיית מידע בשירות דרבי ללמידת מבוגרים. אני נהנה מגלישת רוח ומשמירה על עצמותיי ושרירי פעילים וחזקים. יש לי חתול בשם טווינקס, וכשהייתי צעיר יותר היה לנו שרקן מחמד שנקרא ג'ינג'ר.

**CATRIN SIAN RUTLAND**

אני פרופסורית עמיתה לאנטומיה ולגנטיקה התפתחותית באוניברסיטת נוטינגהאם, וחברה בארגון המדע הבריטי לשנת 2019. מובילה קבוצה של מדענים שחוקרים לבבות, עצמות ואנטומיה כללית, ומחפשת שיטות לאתר מחלות והפרעות, למנוע אותן ולרפאן. כשאיני עובדת, אני אוהבת לטייל ברחבי העולם, לבקר במוזיאונים ולכתוב מדע בדיוני. אני הולכת לחדר כושר עם חברים, ויוצאת לריצות כדי לשמור על הבריאות.

*catrin.rutland@nottingham.ac.uk

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירס מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK