

## חשיפה לשמש משפיעה על טמפרטורת הגוף של כרישים

Natascha Wosnick<sup>1\*</sup>, Emydio L. A. Monteiro-Filho<sup>1</sup>, Neil Hammerschlag<sup>2</sup>

<sup>1</sup>תוכנית ללימודים מתקדמים בזואולוגיה, האוניברסיטה הפדרלית של פארנה, קוריטיבה, ברזיל  
<sup>2</sup>בית ספר רוזנסטיאל למדעי הים והאטמוספירה, אוניברסיטת מיאמי, קורל גיבלס, פלורידה, ארצות הברית

### סוקרת צעירה

LUANA  
גיל: 15



האם ידעתם שכרישים חשופים לפעמים למצבים שיכולים לפגוע בהם? מאחר שהם גדולים וחזקים, כרישים לעיתים קרובות מבוקשים בתחרויות דִּיג. במקרים רבים, במהלך לכידתם הם מוצאים מהמים ונחשפים לשמש. היות שבריאות הכרישים קשורה לטמפרטורת גופם, תהינו אם החשיפה לשמש יכולה להשפיע עליהם. כדי לבחון את הרעיון הזה, השתמשנו במצלמה מיוחדת שיכולה לרשום את החום שמגיע מפני השטח של גוף הכריש. גילינו שחלק ממיני הכרישים רגישים יותר לשמש, ומתחממים מהר יותר מאחרים. באופן מפתיע, מצאנו גם שתבניות החימום ברחבי הגוף שונות עבור מינים שונים. המחקר הזה חשוב מאחר שהוא מסייע לנו להבין כיצד דִּיג יכול להשפיע על כרישים בדרכים שונות, אפילו אם הכרישים משוחררים חזרה אל המים בעודם בחיים.

### מקומם של הכרישים - מתחת למים

בעוד שיונקים ימיים כמו לווייתנים, אריות ים ודולפינים שומרים על גופם חם אפילו במים קרים, מרבית הכרישים לא יכולים לעשות זאת. טמפרטורות הגוף של כרישים בדך כלל זהות למים

שסובבים אותם. למעשה, טמפרטורת המים משפיעה על הפעילויות היומיות של הכרישים, כמו למשל שחייה וציד [1]. ככל שהמים חמים יותר, כך הכרישים נוטים להיות פעילים יותר.

למרבה הצער, הרבה כרישים נהרגים עבור בשרם או הסנפירים שלהם, מה שגרם לכך שהרבה מינים נמצאים בסכנת הכחדה [2]. במקומות רבים, אנשים צדים כרישים בתור ספורט. כרישים לעיתים קרובות מהווים מטרה של דיג ספורטיבי, מאחר שהם גדולים וחזקים, אך כרישים שנתפסים למטרות ספורט לעיתים קרובות משוחררים חזרה אל האוקיינוס. החזרתם לים חשובה מאוד מאחר שכרישים גדולים הם **טורפי-על**, והם מסייעים לשמור על איזון בריא במערכת האקולוגית של האוקיינוס. לרוע המזל, חלק מהכרישים שמשוחררים חזרה אל המים כשהם חיים, עשויים למות כמה שעות מאוחר יותר, בין אם בגלל לחץ מהלכידה או בגלל מה שקרה להם לפני שהם שוחררו. כאשר הם נתפסים על ידי דיגים, כרישים יכולים להילחץ מחוויה של שינויים מהירים בטמפרטורת המים שסביבם. כרישים שוחים לעיתים קרובות במים עמוקים וקרים כשהם נתפסים, ואז הם מועלים באמצעות חכת הדיג אל פני השטח מהר מאוד, שם הם חשופים למים חמים יותר שחוממו על ידי השמש [3]. במקרים רבים כרישים מוצאים מהמים ונחשפים לשמש לפני שהם משוחררים חזרה לאוקיינוס.

מאחר שבריאות הכרישים קשורה מאוד לטמפרטורת גופם, תהינו אם חשיפה לשמש תעלה את טמפרטורת הגוף של הכרישים. כדי לבחון את הרעיון הזה, חקרנו כיצד טמפרטורת הגוף של כרישים משתנה אם הם מוצאים החוצה מהמים ונחשפים לשמש במשך כמה דקות – רצינו לבדוק אם הם מתחממים מהר. היינו גם סקרנים לגבי האם מיני כרישים שונים יהיו מושפעים בדרכים שונות, והאם חלק מאיברי הגוף של הכרישים יתחממו מהר יותר, או יגיעו לטמפרטורה גבוהה יותר, מאיברים אחרים. כדי לענות על השאלות האלה, צילמנו כרישים באמצעות **מצלמת דימות תרמי**, שהיא מצלמה מיוחדת שיכולה לצלם ולמדוד את החום שמגיע מגופם של כרישים או של חיות אחרות.

## חקירת כרישים

הצטרפנו לקבוצת מדענים בפלורידה (ארצות הברית) שחוקרים את התנועות של כרישים ואת בריאותם. המדענים האלה צריכים לתפוס כרישים כדי למדוד ולתייג אותם לפני שחרורם חזרה אל המים. צילמנו והסרטנו את הכרישים באמצעות מצלמת דימות תרמי (איור 1). כל כריש צולם ברגע שהוצא מהמים, ואז שוב ממש לפני ששוחרר חזרה אל המים. כדי לסייע לכרישים לנשום בזמן שהם היו מחוץ למים, מוקם בתוך פיותיהם צינור שמחובר למשאבת מים, אשר שאב מי אוקיינוס נקיים דרך הזימים שלהם. מדדנו גם את טמפרטורות המים והאוויר, והשווינו אותן לערכים של טמפרטורות הגוף של הכרישים.

## גילויים מעניינים על הכרישים שחקרנו!

צילמנו 62 כרישים באמצעות מצלמת דימות תרמי, כולל זכרים, נקבות, מבוגרים וצעירים. הכריש הקטן ביותר היה נקבה מסוג כריש שחור-שוליים, שאורכה 105.5 סנטימטרים, והכריש הגדול ביותר היה זכר מסוג כריש פטיש גדול, שאורכו 340 סנטימטרים. טמפרטורות המים היו בין 20 ל-32 מעלות צלזיוס, וטמפרטורות האוויר היו בין 21 ל-34 מעלות צלזיוס.

### טורפי-על

#### (Top Predators)

חיות עם כמות מועטה או אפסית של טורפים, שנמצאות בפסגת שרשרת המזון.

### מצלמת דימות תרמי

#### (Thermal Imaging Camera)

ציוד מיוחד שמאפשר לחום שמשתחרר מהחיה להיראות באמצעות צבעים.

### תג

#### (Tag)

זיהוי אישי שחיה מקבלת כך שנוכל לזהות אותה מאוחר יותר. תגים עשויים להכיל פיסת צנרת פלסטיק ארוכה, דיסק, או חוט מקודד קטן. הם מכילים מספר זיהוי שהוא ייחודי לכל חיה, כמו גם פרטי קשר מקבוצת המחקר או הארגון שאחראים על המחקר. הם יכולים להיות מאובטחים בסנפיר הגבי של כריש עם חץ פלסטיק או פלדה, או להיות מוכנסים מתחת לעור.

**איור 1**

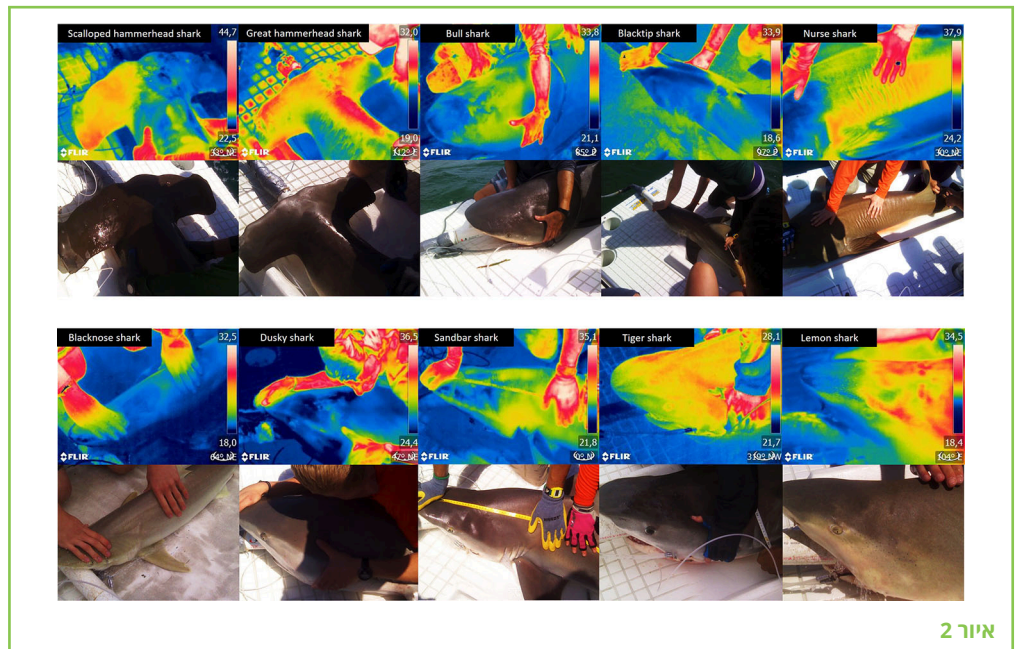
נקבת כריש שחור-שוליים שמצולמת תרמית על ידי הצוות שלנו. אתם יכולים לראות את הצינור בפיה של הכרישה, אשר מספק מי אוקיינוס טריים לזימים שלה.



**איור 1**

**איור 2**

מיני הכרישים שחקרנו, כפי שנראו עם מצלמה תרמית ובלעדיה. סקאלת הטמפרטורה, שמוצגת בצד ימין של כל תמונה, היא במעלות צלזיוס. אתם יכולים בדרכים שונות על ידי שינוי הצבע שמוצגים באמצעות המצלמה.



**איור 2**

חקרנו עשרה מיני כרישים שונים וגילינו כמה דברים מעניינים מאוד! כרישים שחור-שוליים התחממו הכי מהר, וגם התחממו באופן די אחיד לאורך גופם. ראשיהם של כרישי פטיש התחממו מהר יותר משאר גופם. עבור כרישי מפרקתן הביניים, צידי גופם היו חמים יותר משאר גופם. בזמן הלכידה, ראשיהם של כרישים שוריים היו חמים יותר משאר גופם. אולם גם עבור כרישי מפרקתן הביניים וגם עבור כרישים שוריים, הטמפרטורה הכללית שלהם לא השתנתה הרבה בזמן שהם היו מחוץ למים. לבסוף, מצאנו גם שעבור מרבית הכרישים (כריש לימוני, כריש עפרורי, כריש סנפירתן, כריש שחור-אף וכריש טיגריס), ככל שהכריש היה קטן יותר, כך טמפרטורת הגוף הייתה חמה יותר כשהוא נחשף לאור שמש (איור 2).

## השמש משפיעה על כרישים, אך מדוע זה חשוב?

המחקר שלנו גילה שחשיפה לשמש בזמן לכידה על ידי דייגים יכולה לשנות את טמפרטורות הגוף של כרישים. זה יכול בסופו של דבר להשפיע על הבריאות של כרישים ועל הישרדותם, אפילו אם הם משוחררים חזרה אל המים בעודם בחיים. באופן מפתיע, מצאנו גם שתבניות ההתחממות השתנו לאורך גופם של מיני כרישים שונים. בכרישים שחורי-שוליים, כל הגוף התחמם מהר יותר ובאופן אחיד יותר, מה שמראה שכל חלקי הגוף היו רגישים לשמש. ממצאים אחרים מראים שכרישים שחורי-שוליים רגישים מאוד לשינויים בטמפרטורה, ושהם אפילו משנים את המיקום שבו הם חיים אם טמפרטורת המים עולה יותר מדי [4]. לרוע המזל, כרישים שחורי-שוליים הם מין הכרישים שניצוד הכי הרבה למטרות ספורט בארצות הברית.

הטמפרטורות הגבוהות ביותר שמדדנו היו בראשיהם של כרישי פטיש, שעלו בשבע מעלות צלזיוס בתוך פחות מחמש דקות! מאחר שראשיהם ארוכים מאוד ודקים מאוד, ההתחממות מתרחשת מהר יותר ביחס לכרישים אחרים, והיא עלולה להיות מסוכנת יותר. ההתחממות של הראש אינה טובה, מאחר שחימום יתר של המוח עלול לגרום נזק רב. כרישי פטיש ידועים כרגישים מאוד ללכידה, ולעיתים קרובות הם מתים מהר כשהם נתפסים [5]. אם כן, המין הזה אינו מועמד טוב לדיג מסוג "תפוס ושחרר", וצריך להיות משוחרר מייד בלי להיות מוצא מהמים, כדי לסייע לכרישים לשרוד.

בניגוד למיני כרישים אחרים, כרישי מפרקתן הבינים היו חמים יותר בצידי גופם מייד אחרי ההיתפסות. מאחר שהמצלמה התרמית יכולה לאתר חום שמשוחרר על ידי השרירים אחרי פעילות גופנית, אנו מאמינים שהחום שמדדנו בצידיהם של כרישי מפרקתן הבינים היה קשור לפעילות של שריריהם. כרישי מפרקתן הבינים נאבקים מאוד עם חכות דיג, והם מסתובבים כמה פעמים כפי שתנינים עושים. זה מעניין מאוד, מאחר שמרבית הכרישים לא יכולים לייצר מספיק חום משריריהם כדי לחמם את כל גופם. המחקר שלנו מציע שלכרישי מפרקתן הבינים עשויה להיות היכולת הזו.

שלא כמו ראשיהם של כרישי פטיש שהתחממו בשמש, הראשים של כרישים שוריים כבר היו חמים יותר משאר גופם בזמן הלכידה. היכולת של חיה לווסת את הטמפרטורה של ראשה נקראת **אנדותרמיה גולגולתית**. יכולת זו מתקיימת אצל חלק מהדגים, כמו למשל מנטרה ריי ודגי מקור. זה יכול להיות טוב מאוד עבור טורפים, כמו למשל כרישים שוריים שצדים במים מתוקים שבהם קשה לראות, מאחר שמוחות ועיניים חמים יותר מאפשרים להיות לחשוב טוב יותר ולראות טוב יותר, מה שמסייע להן למצוא את טרפן בסביבות חשוכות.

כל הכרישים האחרים שנחקרו הגיבו לשמש באותו האופן: ככל שהכרישים קטנים יותר, כך הם מתחממים יותר. זוהי בעיה כשזה נוגע לדיג, מאחר שכרישים צעירים יותר שבריריים ממבוגרים.

לבסוף, באמצעות שימוש במתמטיקה, חישבנו מה היה קורה אם כרישים היו נחשפים לשמש לזמנים ארוכים יותר, כמו שעות [6]. מצאנו שככל שהכרישים נמצאים זמן ארוך יותר מחוץ למים, כך טמפרטורת הגוף שלהם תהיה חמה יותר. אם הם מושארים בפני השטח, או אפילו נלקחים אל מחוץ למים למשך זמן ארוך במהלך דיג, הדבר יכול להיות בעייתי לבריאותם של הכרישים. נוסף על כך מדענים מצפים שהטמפרטורה של האוקיינוס תעלה כתוצאה משינוי האקלים. זה ישפיע על מיני כרישים שחיים ליד פני השטח, מאחר שהמים בפני השטח יתחממו

### אנדותרמיה גולגולתית (Cranial Endothermy)

היכולת לשמור על טמפרטורת הראש קבועה, מה ששומר על המוח ועל העיניים מוגנים משינויים פתאומיים בטמפרטורת הסביבה.

מהר יותר על ידי השמש. ביולוגים ימיים מצפים שכתוצאה משינוי אקלים ועליית טמפרטורת המים, חלק ממיני הכרישים יחפשו מקומות מחיה חדשים, בעוד שאחרים עשויים לפתח בעיות בעור או בעיניים.

התגליות שלנו מראות כמה חשוב להשתמש בטכנולוגיות חדשות כמו מצלמת דימות תרמי במטרה לחקור חיות, מאחר שאנו יכולים ללמוד הרבה דברים מעניינים באמצעות קליק אחד! כרישים עשויים להיראות גדולים וחזקים, אולם הם מתמודדים עם אתגרים רבים, לכן, מחקרים כמו זה חשובים כדי לסייע לנו להבין כיצד כרישים יגיבו לדיג ולשינוי אקלים, ומה בני אדם יכולים לעשות כדי לסייע לשמר אותם.

## תודות

אנו מודים לתוכנית למחקר כרישים ולשימורם באוניברסיטת מיאמי עבור תמיכה במחקר. אנו גם רוצים להודות לסוקרת הצעירה ולמנטורית שלה, אסתר דיאז, על הערותיהן המועילות מאוד, ועל העניין הגדול שהפנינו במחקרנו. לבסוף, אנו רוצים להודות לעורך, פדרו מוראס, עבור הדרכתו יוצאת הדופן במהלך הסקירה, והתאמת מחקרנו לקהלים צעירים.

## מאמר המקור

Wosnick, N., Niella, Y. V., Navas, C. A., Monteiro-Filho, E. L., Freire, C. A., and Hammerschlag, N. 2019. Multispecies thermal dynamics of air-exposed ectothermic sharks and its implications for fisheries conservation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 51:1–9. doi: 10.1016/j.jembe.2019.01.002

## מקורות

1. Bernal, D., Carlson, J. K., Goldman, K. J., and Lowe, C. G. 2012. *Energetics, Metabolism, and Endothermy in Sharks and Rays. Biology of Sharks and Their Relatives. 2nd Edn.* Boca Raton, FL: CRC Press.
2. Shiffman, D. S., and Hammerschlag, N. 2016. Shark conservation and management policy: a review and primer for non-specialists. *Anim. Conserv.* 19:401–12. doi: 10.1111/acv.12265
3. Wosnick, N., Niella, Y. V., Navas, C. A., Monteiro-Filho, E. L., Freire, C. A., and Hammerschlag, N. 2019. Multispecies thermal dynamics of air-exposed ectothermic sharks and its implications for fisheries conservation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 51:1–9. doi: 10.1016/j.jembe.2019.01.002
4. Kajiura, S. M., and Tellman, S. L. 2016. Quantification of massive seasonal aggregations of blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) in Southeast Florida. *PLoS ONE.* 11:e0150911. doi: 10.1371/journal.pone.0150911
5. Gallagher, A. J., Hammerschlag, N., Shiffman, D. S., and Giery, S. T. 2014. Evolved for extinction: the cost and conservation implications of specialization in hammerhead sharks. *Bioscience* 64:619–24. doi: 10.1093/biosci/biu071



6. Wosnick, N., Navas, C. A., Niella, Y. V., Monteiro-Filho, E. L., Freire, C. A., and Hammerschlag, N. 2018. Thermal imaging reveals changes in body surface temperatures of blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) during air exposure. *Physiol. Biochem. Zool.* 91:1005–12. doi: 10.1086/699484

פורסם אונליין: 23 ביוני 2022

נערך על ידי: Pedro Morais

מנחה מדעי: Ester Dias

**ציטוט:** Wosnick N, Monteiro-Filho ELA and Hammerschlag N (2022) חשיפה לשמש משפיעה על טמפרטורת הגוף של כרישים. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00126-he

Wosnick N, Monteiro-Filho ELA and Hammerschlag N (2020) Exposure to Sunlight Affects the Body Temperatures of Sharks. *Front. Young Minds* 8:126. doi: 10.3389/frym.2020.00126

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

**COPYRIGHT** © 2020 © Wosnick, Monteiro-Filho and Hammerschlag 2022. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרת צעירה

**LUANA, גיל: 15**

אני אוהבת להחליק על גלגליות, לרכוב על אופניים, לצפות בסרטים ולבלות עם חברים.



## הכותבים

**NATASCHA WOSNICK**

אני חוקרת בחיליית עם תשוקה לכרישים ולתריסניות. המדינה שלי היא אחד מהמקומות עם המגוון הביולוגי הכי גדול בעולם, אולם לרוע המזל דיג עודף והרס סביבתי פוגעים בכרישים ובתריסניות שחיים שם. מסיבה זו, מטרת המחקר שלי היא להשתמש בקבוצה של מתודולוגיות כדי לסייע לגלות דברים חשובים עבור השימור שלהם. נוסף על כך אני מתעניינת מאוד במדיניות ימית, ולכן אני תמיד מנסה למקד את המחקר שלי במינים שצריכים הגנה טובה יותר וחוקי הגנה אפקטיביים יותר. \*n.wosnick@gmail.com





### EMYGDIO L. A. MONTEIRO-FILHO

אני אקולוג שעובד עם חיות ימיות ויבשתיות. יש לי תשוקה להיסטוריה של הטבע, ואני משתמש במתודולוגיות חדשניות במטרה לחקור חיות בסביבתן הטבעית. מטרת המחקר שלי היא להבין כיצד הסביבה ופעולות אנושיות משפיעות על התנהגות של כמה מינים שחסרים להם אמצעי הגנה, ועל התפלגותם. אני גם מתאם של מרכז שיקום חשוב לחיות פרא ימיות בדרום-מזרח ברזיל, אשר מציל חיות שהיו חולות או שנפצעו על ידי בני אדם, מטפל בהן, ואז מחזיר אותן לטבע.

### NEIL HAMMERSCHLAG

אני אקולוג ימי באוניברסיטת מיאמי (UM), וראש התוכנית למחקר כרישים ושימורם של UM. עבוד המחקר שלי, אני חוקר כיצד איומים אנושיים לאוקיינוס, כמו למשל שינוי אקלים ודיג עודף, משפיעים על ההתנהגות של כרישים, על בריאותם ועל הישרדותם. כיום יש לי פרויקטים שרצים בפלורידה, באיי בהאמה, בדרום אפריקה ובאיי הגלפאגוס. אני אוהב הוקי ואני מעריך מושבע של פרל ג'אם, ראיתי אותם במופעים יותר פעמים. הצבע האהוב עליי הוא כתום.

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



הוצאת פרונטייה מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK