



ליחה נעה חשובה לבריאות הריאות

Mason Weupe^{1,2,3†}, Jacelyn E. Peabody Lever^{1,2,4,5†}, Jared P. Kennemur^{1,2,4}, Taylor R. Bono^{1,2,4},
Scott E. Phillips^{1,2,4}, Ren-Jay Shei^{1,2,4}, Steven M. Rowe^{1,2,4,6,7*}

¹מעבדת סטיבן מ. רואו, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
²מרמז מחקר לסיסטיק פיברוזיס על שם גרגורי פלמינג ג'יימס, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
³תבנית הכנה לחינוך מתקדם ורפואי, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
⁴המחלקה לרפואה, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
⁵תוכנית ההכשרה למדעני רפואה, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
⁶המחלקה לרפואת ילדים, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית
⁷ביולוגיה אינטגרטיבית והתפתחותית של התא, אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, בירמינגהאם, אלבאמה, ארצות הברית

סוקרים צעירים

ALLEN
גיל: 14



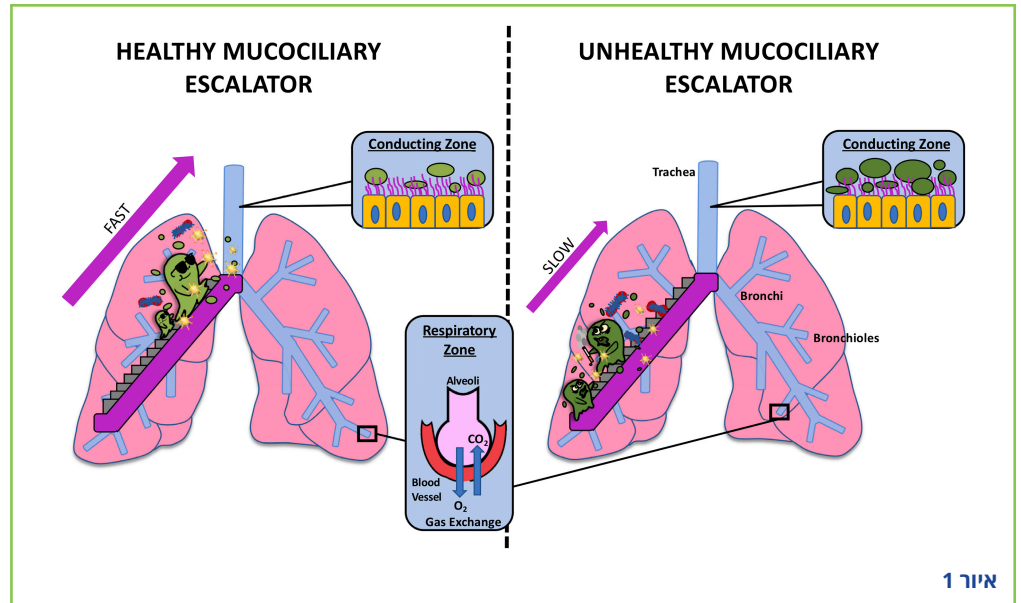
TAPPAN
MIDDLE
SCHOOL
גיל: 13-12



כשאנו נושמים, הריאות מחליפות את החמצן מהאוויר עם פסולת פחמן דו-חמצני מהדם. התחלופה הזו חיונית לחיים. כל נשימה חושפת את הריאות לסביבה החיצונית, שמכילה זיהום וחידקים, מה שמאיים על הבריאות שלנו. קו ההגנה הראשון נקרא "מעלית ליחה": ליחה כולאת את החומרים שיכולים להיות מסוכנים, וריסים מיקרוסקופיים, ריסונים, דוחפים את החומר למעלה והחוצה מדרכי הנשימה שלנו. כש"מעלית הליחה" לא פועלת כשורה, אנו עלולים לפתח מחלת ריאות. לדוגמה, לאנשים עם מחלות גנטיות כמו סיסטיק פיברוזיס (CF) ותסמונת PCD, או מחלות שקשורות בעישון כמו מחלת ריאות חסימתית כרונית (COPD), יש ליחה סמיכה מאוד. הליחה הזו מצטברת, מאפשרת לחידקים, לפטריות ולווירוסים לשגשג, וגורמת נזק לריאות וחמצון מופחת. מחלות ריאות גורמות לנשימה להיות קשה מאוד, ומטופלים יכולים לחלות במחלות נשימה שמאיימות על חייהם, כש"מעלית הליחה" לא יכולה לשמור על בריאות הריאות.

איור 1

"מעלית הליחה" של אדם בריא (משמאל) ושל אדם חולה (מימין).
 "מעלית הליחה" נמצאת בקנה הנשימה, בסימפונות ובסימפונות, שהם חלק מהאזור המוליך. חילוף גזים מתרחש בנאדיות באזור הנשימה (מלבנים כחולים).



איור 1

חילוף גזים

(Gas Exchange)

תהליך שבו פסולת פחמן דו-חמצני (CO₂) מוסקת ממחזור הדם ומוחלפת בחמצן (O₂) שנשאף מהאוויר.

נאדיות

(Alveoli)

שקי אוויר שמהווים את החלק הקטן ביותר באזור הנשימה; נאדיות וכלי דם קפילריים קרובים מאוד זה לזה; זה המקום שבו מתבצע חילוף הגזים.

אזור מוליך

(Conducting Zone)

האזור במערכת הנשימה שמעורב בחילוף גזים; מטרת האזור המוליך היא להניע אוויר לתוך אזור הנשימה ומחוץ לו; היכן שממוקמת "מעלית הליחה"; נמצא בריאות באזור שקרוב למרכז הגוף, מגובה קנה הנשימה ועד לסימפונות.

אזור הנשימה

(Respiratory Zone)

האזור במערכת הנשימה שבו מתרחש חילוף הגזים; נמצא בחלק של הריאות שמרוחק ממרכז הגוף, היכן שממוקמות הנאדיות.

כיצד הריאות פועלות?

התפקוד הראשי של הריאות הוא נשימה. **חילוף גזים** הוא שם לתהליך שבו חמצן נכנס למחזור הדם (דרך שאיפה) ופסולת פחמן דו-חמצני עוזבת את הגוף (דרך נשיפה). המבנה של הריאות התפתח במטרה לבצע את המטלה הזו ביעילות רבה. המבנה הבסיסי של הריאות הוא סדרה של צינורות חלולים, שנקראים נתיבי אוויר. נתיבי אוויר מסתעפים ונעשים קטנים יותר, ונגמרים בשקי אוויר זעירים שנקראים **נאדיות**. הנאדיות מכוסות בצינוריות דם קטנות שנקראות נימים, שתפקידם לבצע את חילוף הגזים בדם [1]. אפשר להשוות את הריאות לעץ שיש לו גזע מרכזי גדול וענפים שנעשים קטנים יותר ויותר ככל שמתרחקים מהגזע. הנאדיות הן כמו עלים.

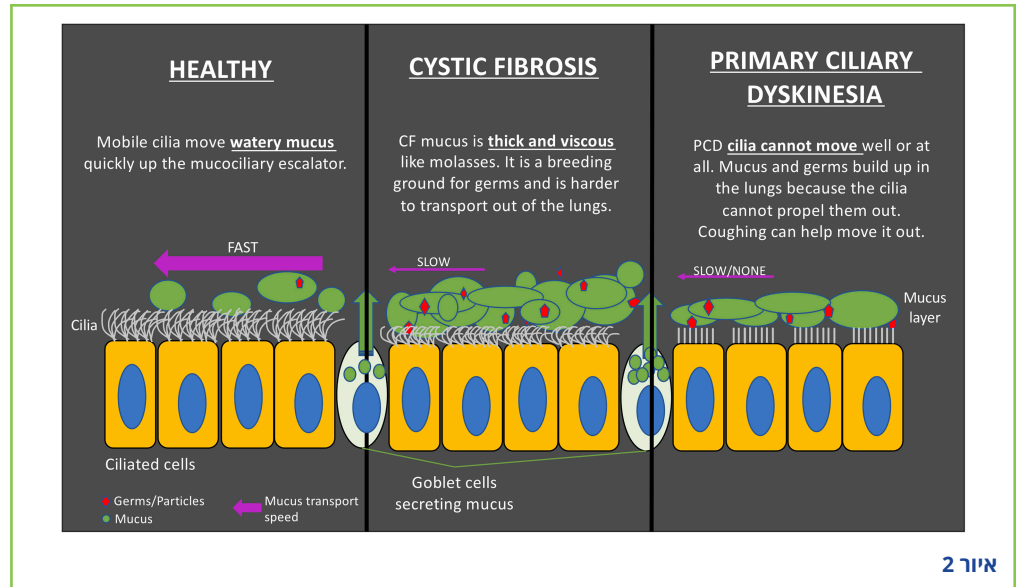
ישנם שני אזורים בריאה: **האזור המוליך**, ו-**אזור הנשימה** (איור 1). אוויר מוסע בריאות דרך האזור המוליך ומובא אל החלק באזור הנשימה שמכיל נאדיות. לנאדיות של אדם אחד יש שטח פנים בגודל של מגרש טניס, שזה אזור גדול שמאפשר חילוף גזים. האזור המוליך הוא החלק בריאה שאוויר זורם דרכו ללא חילוף גזים, מאחר שהצינוריות עבות מכדי שהגזים יעברו דרכן. האזור המוליך מכוסה במבנים דמויי-שערה שנקראים **ריסונים** שמכוסים בליחה, אשר מסייעת לכלוא חומרים שעלולים להיות מסוכנים. הריסונים הם ניידים, זעירים ובצורה דמוית אצבע, והם נמצאים על פני השטח של תאים בנתיבי האוויר. הריסונים תוחמים את נתיבי האוויר ומסייעים להניע ליחה מעלה ואל מחוץ לריאות [5]. הריסונים הם בגובה של כ-6-7 מיקרומטרים, שזה בערך עשירית מהעובי של שערה אנושית [3, 5].

חלקיקים וחיידקים באוויר - מדוע הריאות זקוקות להגנה

ישנם הרבה סוגי חלקיקים שיכולים להיכנס לריאות ולגרום לנזק. חלק מהחלקיקים האלה הם מזהמים כמו למשל פליטות מרכבים שמונעים בנז, פחמן חד-חמצני מהבערת אש באחים, רעלים מסיגריות רגילות או אלקטרוניות, ואירוסולים כמו תרסיסים לשיער. חלקיקים יכולים להיכלא באזורים שונים בריאה. שערות קצרות, כמו אלה שבקודקוד הראש שלכם, מכסות את

איור 2

משמאל: ריסונים בריאים בנתיבי אוויר הם ניידיים ומסוגלים להניע ליחה באופן יעיל במעלה "מעלית הליחה". **באמצע:** בסיסטיק פיברוזיס (CF), ליחה נעשית סמיכה וקשה להזזה, מה שגורם ל"מעלית הליחה" להיות פחות יעילה; זה מאפשר לחיידקים/חלקיקים להיתקע, מה שבסופו של דבר גורם נזק לריאות. **מימין:** בהפרעת תנועה ריסנית ראשונית (PCD) ריסונים הם פחות תנועתיים, או אפילו מקובעים, מה שגורם להם לא להיות מסוגלים להניע ליחה במעלה "מעלית הליחה".



איור 2

ליחה (Mucus)

חומר דביק, דמוי ג'ל, שיושב על גבי מברשת הריסונים באזור המוליך בנתיבי האוויר; בריאות, ליחה מיוצרת על-ידי תאי גביע ובלוטות, ותפקידה להגן על נתיבי האוויר מפני חומרים מסוכנים; ליחה מורכבת ממים, מחלבונים עם סוכרים, מחלבוני הגנה וממלח.

ריסונים (Cilia)

מבנים קטנים וניידים דמויי שערות בחלק העליון של התאים, שמכסים את נתיבי האוויר באזור המוליך; ריסונים מניעים ליחה לאורך "מעלית הליחה".

מעלית הליחה (Mucociliary Escalator)

מונח שמתאר את המנגנון של ליחה וריסונים; אחראית על תנועת ליחה למעלה והחוצה מדרכי הנשימה; ליחה כוללת חלקיקים וריסונים שמניעים את הליחה למעלה והחוצה מהריאות.

החלק הפנימי של האף והן מכוסות בליחה. השערות המכוסות בליחה האלה מסייעות לכלוא חלקיקים גדולים יותר כשהם נכנסים לאף. חלקיקים שנכנסים לאזור המוליך יכולים לפגוע בתאים של נתיבי האוויר, מה שעלול להפחית את תנועת הריסונים שלהם ולהוביל להצטברות של ליחה שלא ניתנת לפינוי מנתיבי האוויר [2]. נתיבי אוויר שחסומים על-ידי ליחה עלולים שלא לאפשר לאוויר לזרום דרכם בצורה יעילה, כמו האופן שבו עלים במרחב מפריעים לזרימת המים. חלקיקים קטנים יותר לעיתים יכולים לעבור את כל הדרך עד לנאדיות. נזק לנאדיות מקשה באופן ניכר על הנשימה, מאחר שחמצן לא יכול לעשות דִּיפּוּזְיָה לתוך הדם באותה הקלות. היעילות המופחתת הזו של חילוף גזים עלול לגרום לשאר הגוף להיכנס להיפּוּקְסִיָה, מה שאומר שיש מעט חמצן. רק לאזור המוליך, מקנה הנשימה ועד לסימפוניות, יש את היכולת להניע ליחה באמצעות ריסונים, כך שנאדיות לא יכולות לסמוך על המנגנון הזה שייפטר מהחלקיקים הקטנים האלה [3]. חיים בעיר מזהמת או שנים של עישון יכולים לגרום לרקמת הריאה להיות מודלקת ולהוביל למחלות, כמו למשל מחלת ריאות חסימתית כרונית (COPD).

מהי "מעלית הליחה"?

"מעלית הליחה" נמצאת בתוך נתיבי האוויר המוליכים, והיא מורכבת מליחה ומריסונים, שמניעים את הליחה למעלה והחוצה מהריאות, שם ניתן לסלקה באמצעות שיעול או בליעה (איורים 1, 2) [5]. כקו הגנה ראשון, ליחה של נתיבי אוויר מורכבת ממרכיבים שונים שמסייעים לה לכלוא חלקיקים וחיידקים [2, 4]. ליחה היא מחסום פיזי שמטרתו להגן על הריאות, ויש לה תכונות שמסייעות להיפטר מחיידקים, פטריות ווירוסים שעלולים להיות מזהמים [4, 5]. חלק מהרכיבים החשובים של ליחת נתיבי האוויר הם מוצינים (חלבונים דביקים שמכוסים בסוכר), חלבוני הגנה, מלח ומים. יחד, המרכיבים האלה יוצרים ג'ל שכולא את החלקיקים שנכנסים לנתיבי האוויר [2].

ליחה מיוצרת בעיקר על-ידי תאים שמכסים את החלק הפנימי של נתיבי האוויר. התאים האלה נקראים תאי גביע. תאי גביע הם בצורה של גביעים מימי הביניים, לכן זהו שמם. שלא כמו תאים אחרים בנתיבי האוויר שמכוסים בריסונים וצורתם כשל צינורות, לתאי גביע אין ריסונים

עליהם. תאי גביע אינם נוכחים מעבר לאזור המוליך, כדי למנוע מליחה להתערב בתהליך חילוף הגזים. ליחה גם מעורבת בהרטבה במים של נתיבי האוויר, מה שהכרחי עבור תפקוד תקין של הריסונים [3, 5].

תנועת הריסונים דומה לאופן שבו הידיים שלכם נעות בזמן שחיית חזה [3]. ריסנית אחת אינה חזקה מספיק כדי להניע על גביה את שכבת הליחה, אולם כשאלפי ריסונים מצטרפים באופן מתואם, הם יכולים באופן קולקטיבי לגרום לליחה לנוע [2, 3]. דמיינו קהל בקונצרט, כשהמופיע צולל מהבמה אל זרועותיו של הקהל: המופיע הוא כמו אוסף של חלקיקי ליחה, שמוחזק בידיהם של הקהל ומוסע קדימה בגל מתואם. במובן מסוים, הריסונים מדברים זה עם זה דרך תנועה כדי לייצר תנועה מתואמת ויעילה של ליחה! זה האופן שבו "מעלית הליחה" פועלת.

אלה מחלות יכולות להתרחש אם "מעלית הליחה" לא פועלת כשורה?

חלק מהאנשים מקבלים גנים לא תקינים מההורים שלהם, ונולדים עם מחלה שנקראת הפרעת תנועה ריסנית ראשונית (PCD) (איור 2). PCD היא מחלת ריאות שמונעת מהריסונים לפעום באופן יעיל, ובמקרים קיצוניים מונעת מהם לזוז [3]. אצל מטופלים של PCD, נתיבי האוויר מזדהמים כתוצאה מהולכה בלתי יעילה של ליחה, מה שמזיק לתאים של נתיבי האוויר. כשנתיבי האוויר נפגעים עם הזמן, הם נעשים שמוטים כמו קש שקרס, מה שמונע מהאוויר לנוע דרכם וגורם לקושי בנשימה. דמיינו שאתם שותים מילקשייק סמיך וטעים; יידרש לכם פחות מאמץ אם תשתמשו בקש רגיל, לעומת קש שעוביו כעובי של ספנטי.

סיסטיק פיברוזיס (CF) היא מחלה תורשתית נוספת שמשפיעה על "מעלית הליחה" (איור 2). לאנשים עם CF יש מוטציות בשני עותקים של הגן (אחד מהאימא ואחד מהאבא) שאחראי על יצירת חלבון שנקרא CFTR. CFTR יוצר תעלה לאורך הממברנות של התאים שמעורבת בייצור של זיעה, נוזלי עיכול וליחה. CFTR שולט על כמות המים שמגיעה אל ההפרשות האלה, ולכן על הסמיכות והדביקות של הליחה שמיוצרת. כשהתעלה לא עובדת טוב, הליחה לא מקבלת מספיק מים והיא נעשית צמיגית, כמו דבק. ליחה צמיגה מאוד מצטברת בריאות, שלא כמו ליחה רגילה ורטובה שמפונה מ"מעלית הליחה", מה שגורם לליחה להצטבר, ובסופו של דבר גורם להקס של נתיבי האוויר ולקריסה של הריאות.

מחלת ריאות חסימתית כרונית (COPD) היא מחלה שיכולה להתרחש לאחר עישון של סיגריות רגילות או של סיגריות אלקטרוניות. COPD יכולה להשפיע באופן שלילי על "מעלית הליחה" ולגרום למחלת ריאות שנראית דומה בהרבה מובנים ל-CF [3]. נזק ל"מעלית הליחה" יכול לתרום למחלות שכיחות אחרת כמו דלקת ריאות ואסטמה, שגם בהן יש בעיות דומות, אם כי פחות חריפות, עם הליחה.

מסקנות: מדוע ליחה, ריסונים, ו"מעלית הליחה" חשובים

תפקוד תקין של "מעלית הליחה" דרוש עבור ריאות בריאות. ליחה וריסונים מהווים מנגנון הגנה ראשוני של הריאות. אם יש בעיה עם ליחה או עם ריסונים, נתיבי האוויר עלולים להיחסם, וחידקים וחלקיקים מזיקים עלולים להיתקע בריאות, מה שגורם לנזק. מחלות גנטיות כמו

מחלות PCD ו-CF, ומחלות נרכשות כמו COPD, משפיעות באופן שלילי על "מעלית הליחה". מחלות הריאות האלה יכולות לגרום לפחות חילוף גזים, ולגרום לשאר הגוף למחסור בחמצן. לכן זכרו – כשאתם בבית חולים עם צינון, הליחה שאתם משתעלים מגיעה מ"מעלית הליחה" שלכם, והיא מסייעת לשמור על הריאות שלכם שמחות ובריאות באמצעות הרחקת חלקיקים וחיידקים שעלולים להיות מזיקים!

תרומות המחברים

MW, JP, JK, TB, SP, R-JS, ו-SR תרמו להכנת המאמר ולעריכתו הסופית. כל המחברים אישרו את הטיוטה הסופית של המאמר לפני הגשתה.

תודות

המחברים רוצים להודות ל- George D. Phillips (בן 13), ל- S. Corinne Phillips (בן 16), ול- Andrew Rowe (בן 14) על קריאת המאמר ועל הערותיהם המצוינות שהיוו משוב למאמר. תודה גם ל- Basil Bono ו-Jeremie Lever שסיפקו תמיכה בעלת ערך רב להשלמת הפרויקט הזה.

מקורות

1. West, J. B. 2012. *West's Respiratory Physiology: The Essentials. 9th Edn.* Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
2. Knowles, M. R., and Boucher, R. C. 2002. Mucus clearance as a primary innate defense mechanism for mammalian airways. *J. Clin. Invest.* 109:571–7. doi: 10.1172/jci15217
3. Peabody, J. E., Shei, R. J., Bermingham, B. M., Phillips, S. E., Turner, B., Rowe, S. M., et al. 2018. Seeing cilia: imaging modalities for ciliary motion and clinical connections. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.* 314:L909–21. doi: 10.1152/ajplung.00556.2017
4. Zhang, P., Summer, W. R., Bagby, G. J., and Nelson, S. 2000. Innate immunity and pulmonary host defense. *Immunol. Rev.* 173:39–51. doi: 10.1034/j.1600-065X.2000.917306.x
5. Bustamante-Marin, X. M., and Ostrowski, L. E. 2017. Cilia and mucociliary clearance. *Cold Spring Harbor Perspect. Biol.* 9:a028241. doi: 10.1101/cshperspect.a028241

פורסם אונליין: 27 באוגוסט 2020

נערך על ידי: Valeria Costantino, University of Naples Federico II, Italy

ציטוט:

Weupe M, Peabody Lever JE, Kennemur JP, Bono TR, Phillips SE, Shei R-J and Rowe SM (2020) ליחה נעה חשובה לבריאות הריאות. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2019.00106-he

תורגם והותאם:

Weupe M, Peabody Lever JE, Kennemur JP, Bono TR, Phillips SE, Shei R-J and Rowe SM
(2019) Moving Mucus Matters for Lung Health. Front. Young Minds 7:106.
doi: 10.3389/frym.2019.00106

הצרת ניגוד אינטרסים: SR עושה שימוש כפנט לא רשום בטומוגרפיה מסוג micro-Optical Coherence Tomography ככלי אבחוני, שמשמש לאפיין את המיקרו-אנטומיה התפקודית של "מעלית הליחה". שאר המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהיעדר כל קשר מסחרי או כלכלי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

Weupe, Peabody Lever, Kennemur, Bono, 2020 © 2019 © **COPYRIGHT** Phillips, Shei and Rowe. 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.

סוקרים צעירים**ALLEN, גיל: 14**

קוראים לי אלן. אני אוהב לשחק כדורגל, להתחרות בשחייה ולהאזין למוזיקה. גם ניגנתי בקלרינט במשך כמעט ארבע שנים, וניגנתי בפסנתר במשך כמעט שנתיים. בבית הספר, המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה וביולוגיה. כשאגדל, אני רוצה לעבוד בתחום של ביולוגיה מולקולרית.

TAPPAN MIDDLE SCHOOL, גיל: 12-13

המאמר הזה נסקר על-ידי מריה, אביתר, נועה ושרלוט. אנו קבוצה של תלמידים צוהלים ומבריקים בכיתה ז בכיתת המדעים של גברת פרנטום בחטיבת הביניים טאפאן באן הרבור, מישגן, ארצות הברית. תלמידי בית הספר בכיתות ו-ח מגיעים להישגים גבוהים תחת הנחייתם הכישרונית, היעילה והמגוונת-תרבותית של המחנכים. השלמנו את הסקירה הזו בעזרתם של המנחים המדעיים שלנו, דוקטור פמלה וונג ומתיו רוג'.

הכותבים**MASON WEUPE**

סטודנט שנה א למדעי הרפואה הציבורית באוניברסיטת קליפורניה, אירוויין. הוא שואף להשלים דוקטורט מחקרי. לאחרונה הוא ערך מחקר באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם על מחלת ריאות, כחלק מתוכנית הכנה לחינוך מתקדם ורפואה במסגרת התמחות קיץ מחקרית במדעי הרפואה. כתוצאה מהידע החדש שצבר, הוא עבד עם מנטורים במעבדת רואו כדי לכתוב מאמר שמסכם את חלק מפרויקט המחקר, מאחר שהוא רוצה לקדם את תקשורת המדע ולחלוק את הידע על "מעלית הליחה" עם קוראי פורנטורה - מדע לצעירים. orcid.org/0000-0002-1181-2069

JACELYN E. PEABODY LEVER

ג'קלין נמצאת בשנתה החמישית בתוכנית ההכשרה לחוקרי רפואה (M.D./Ph.D.) באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם. נוסף על כך היא לומדת לקראת תעודה בהדרכה והנהגה. היסטוריה אישית של מחלות אסטמה, חוויות מחקר מגוונות ואהבה לפתרון בעיות מורכבות נתנו לג'קלין מוטיבציה להיות מדענית



לרפואה של ריאות. פרויקט התיזה שלה הוא לגלות את המנגנונים של ליחה פתולוגית ו"מעלית ליחה" לא תקינה בפיברוזיס ריאתי (מעבדת רואו). ג'קלין השלימה בהצטיינות את לימודיה בקולג' קרטיינג' (תואר כפול בביולוגיה ובמדעי המוח; תואר משני בלימודים קלאסיים). היא נבחרה להיות הסטודנטית המצטיינת של אוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם לשנת 2018. @jacepeabody #mucusmatters. orcid.org/0000-0003-3490-8474

JARED P. KENNEMUR

סטודנט שנה ב לתואר ראשון באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, והוא עושה תואר ראשי בביולוגיה ותואר משני בכימיה. מטרתו להיות חוקר מוסמך בתחום הרפואה. לאחרונה ג'ארד החל לערוך מחקר במעבדת רואו שמתמקד בפיברוזיס ריאתי אדיופתי, שם הוא גילה את אהבתו לכל מה שקשור בריאות. בעתיד, הוא היה רוצה להמשיך לערוך מחקר ביו-רפואי, ואולי יום אחד לנהל מעבדה משלו. הוא חבר פעיל באיגוד לקידום נשים במדע וברפואה (AAWSM). orcid.org/0000-0003-2777-2054.

TAYLOR R. BONO

סטודנטית שנה ג לרפואה באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, וסטודנטית בוגרת מצטיינת לשנת 2019. מטרת הקריירה שלה היא להיות מדענית-רופאה מומחית למחלות ריאות, ולפתח רפואה שהיא מותאמת אישית ומשתמשת בתובנות מחקריות ליישום של טיפולים חדשים. היא גם חוקרת במרכז המחקר לסיסטיק פיברוזיס באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, שם היא חוקרת סיסטיק פיברוזיס. טיילור מתנדבת במעבדה הרפואית הפתוחה לאוכלוסיות שאינן מקבלות טיפול ראוי, בתוכניות מדע, טכנולוגיה, חינוך ומתמטיקה (STEM) בבתי ספר יסודיים, ומקדמת נשים במקצועות STEM. טיילור סיימה תואר ראשי בביולוגיה ותואר משני בכימיה @taylor_bono. orcid.org/0000-0003-0588-539X.

SCOTT E. PHILLIPS

ד"ר סקוט פיליפס הוא מדען במעבדה של דוקטור רואו באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם. ד"ר פיליפס השלים תואר ראשון במיקרוביולוגיה ומדעי הסביבה באוניברסיטת אוברון, והוא בעל דוקטורט מאוניברסיטת צפון קרוליינה בצ'אפל היל בביולוגיה התפתחותית וביולוגיה של התא. לאחר השלמת הכשרת הפוסט-דוקטורט שלו באוניברסיטת ונדרבליט במחקר על מחלת נימן-פיק, דוקטור פיליפס הגיע לאוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם, ועבד במחלקה למדעי המוח. עבודתו הנוכחית עם דוקטור רואו מתמקדת בפיתוח מודל של IPF במטרה להבין טוב יותר את התרומה של חוסר תפקוד של ליחה למצב המחלה. orcid.org/0000-0002-5451-0984

REN-JAY SHEI

מדען יישומי ברפואה שמשלים את הכשרת הפוסט-דוקטורט שלו תחת הנחייתו של דוקטור רואו באוניברסיטת אלבאמה בבירמינגהאם. הוא מדען של פיזיולוגיה של אימון בהכשרתו, עם מיקוד על מגבלות נשימה באימונים במצבים של מחלות של הריאות, כולל אסטמה ואסטמה שנגרמת מפעילות גופנית. השלים תואר ראשון כפול במדעי האימון הגופני וביולוגיה, תואר שני בפיזיולוגיה של האימון, ותואר שלישי בביצועים אנושיים, כולם מאוניברסיטת אינדיאנה. עבודתו הנוכחית משתמשת במחקר בפיזיולוגיה של הריאות מגילויים בסיסיים ועד ליישום קליני. דוקטור Shei הוא עורך בוועדת העורכים של עיתון פרונטיר בפיזיולוגיה (בחלק של פיזיולוגיה אינטגרטיבית). orcid.org/0000-0002-7733-643X.

STEVEN M. ROWE

דוקטור רואו הוא חלוץ בתחום של רפואה מותאמת אישית עבור סיסטיק פיברוזיס (CF), תגליות חדשניות בביולוגיה של מחלות כלי הנשימה, וחוקר של רפואה יישומית לטיפול ב-COPD. הוא בעל סמכות בינלאומית בעיצוב וערכת ניסויים קליניים שמתמקדים בכשלים הבסיסיים של CF, והיה שותף בהתקדמויות



משמעותיות במדידה ופירוש של פונקציית CFTR. דוקטור הוא היה מממציאיה של שיטה שנקראת one-micron resolution Micro-OCT, אשר מצלמת בזמן אמת קטעי וידיאו של אנטומיה פונקציונלית בסקלות קטנות ב"מעלית הליחה". הוא המנהל של מרכז המחקר לסיסטיק פיברוזיס על שם גרגורי פלמינג אשר מונה יותר מ-100 חוקרים, וקיבל מימון שוטף ב-25 השנים האחרונות. *srowe@uabmc.edu
orcid.org/0000-0001-9045-0133

†מחברים אלה תרמו באופן שווה למאמר זה

Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע"ר)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

