

מה קורה לריאות כשהן נפגעות?

Alexandra Jacqueline Boni^{1*}, Willy Roque² | Freddy Romero³

¹בית ספר לרפואה ניו ג'רזי, רוטגרס, האוניברסיטה המדינית של ניו ג'רזי, ניוארק, ניו ג'רזי, ארצות הברית
²המחלקה לרפואה, בית ספר לרפואה ניו ג'רזי, רוטגרס, האוניברסיטה המדינית של ניו ג'רזי, ניוארק, ניו ג'רזי, ארצות הברית
³קולג' ביילור לרפואה, יוסטון, טקסס, ארצות הברית

סוקרים צעירים

NITYA

גיל: 10



SIDHAARTH

גיל: 14



לִפְתַּת ריאות (פִּיְרוֹזִיס ריאתי) היא מחלה שמשפיעה בעיקר על אנשים מבוגרים ומקשה על הנשימה. הריאות נעשות מצולקות ועבות מדלקת, באופן שפוגם בתהליך הנשימה. במאמר זה, תלמדו תחילה כיצד הריאות מאפשרות לנו לנשום ומדוע עלינו לנשום מלכתחילה. כמו כן תלמדו מה גורם ללייפת ריאות, מהם תסמיניה, כיצד רופאים מאבחנים את המחלה ומהן דרכי הטיפול בה. תיווכחו שלמחלה זו אין תרופה, אך המשמעות היא כי אולי באחד הימים אתם תגלו את התרופה!

תפקידן של הריאות, ומדוע אנו צריכים לנשום?

הריאות הן האיבר העיקרי שמאפשר לנו לנשום. נשימה חיונית לחיים מאחר שהיא מכניסה חמצן לגופינו, ומאפשרת לפחמן דו-חמצני לעזוב את גופינו. חמצן נדרש למגוון תהליכים חיוניים שמתרחשים בתוך תאי הגוף, לרבות ייצור אנרגיה. ללא חמצן, לא היינו מסוגלים לרוץ, לשחק, או אפילו לחשוב! פחמן דו-חמצני הוא גז שמיוצר כתוצר לוואי כאשר התאים מייצרים אנרגיה, והוא רעיל אם נשאר זמן רב מדי בתוך הגוף.

**נאדייות
(Alveoli)**

המבנים הקטנים ביותר של הריאות, שם מתרחש חילוף גזים.

**חילוף גזים
(Gas exchange)**

תהליך של חילוף חמצן ופחמן דו-חמצני בין נאדייות ובין נימים בריאות.

**נים
(Capillary)**

כלי הדם הקטנים ביותר בגוף, בעלי דפנות דקות ביותר שמאפשרות חילוף של חומרים כמו גזים.

איור 1

אנטומיה של ריאות וחילופי גז בריאות בריאות ובריאות עם לייפת. אוויר נע מקנה הנשימה (Trachea) לסימפונות (Bronchi), אשר מסתעפים לסימפוניות (Bronchioles). בסיום הסימפוניות ישנן נאדייות (Alveoli) – אתר חילוף הגזים. (A) בריאות (Lung) בריאות, חילוף של חמצן (Oxygen) ופחמן דו-חמצני (Carbon Dioxide) מתרחש בקלות לאורך הדופן הדקה של הנאדייות. (B) בריאות של אדם עם לייפת ריאות, חילוף הגזים אינו יעיל באותה המידה מאחר שלגזים יש מרחק הרבה יותר גדול לעבור דרך דפנות הנאדייות העבות.

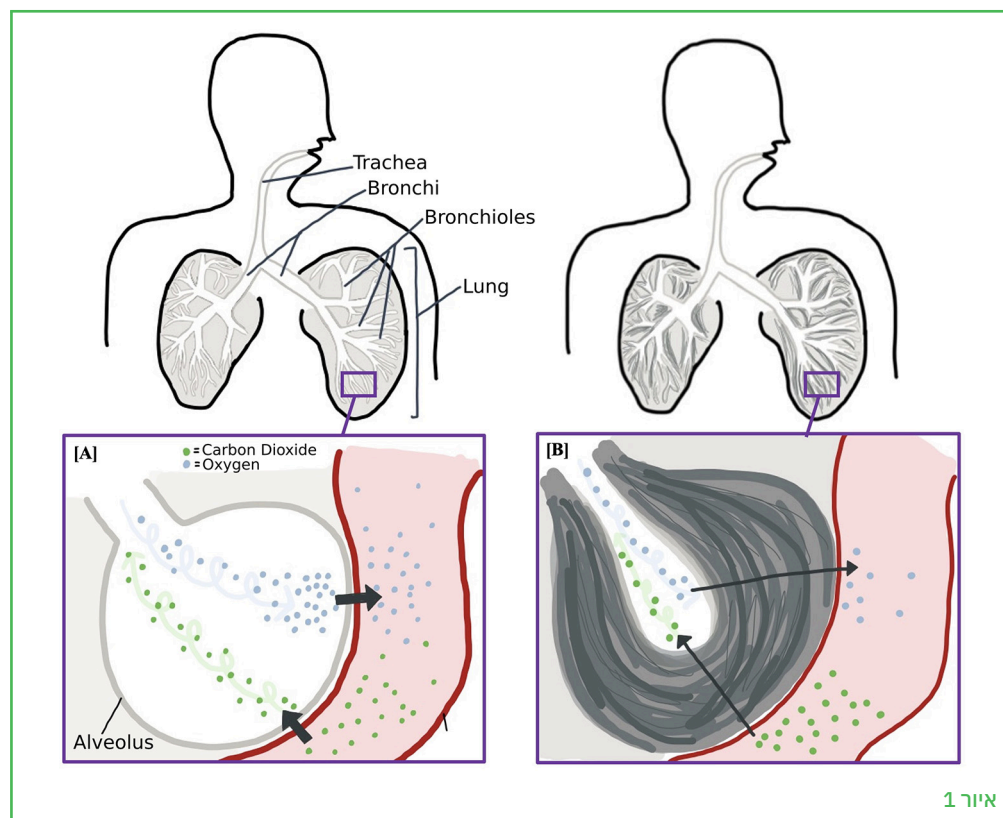
**לייפת
(Fibrosis)**

תהליך החלמה אבנורמלי שיוצר צלקות, או אוסף עבה של חלבונים קולגן, כאשר פיברובלסטים מגיבים ביקר לאותות דלקתיים.

**כרוני
(Chronic)**

משהו שנמצא לאורך זמן, שאינו עובר מהר קבוע.

כשאנו שואפים, אוויר נכנס דרך הפה והאף אל תוך הגרון ואל תוך הריאות דרך סדרה של צינורות. כשהאוויר נכנס לריאות, הוא נע דרך צינוריות קטנות יותר ויותר, שנקראות סמפונות וסמפוניות, המסתיימות בנאדייות. נאדייות הן שקיקים קטנים של רקמה דקה מאוד אשר מאפשרים חילוף גזים (איור 1A). משמעותו של תהליך זה היא שגז חמצן מוחלף בגז פחמן דו-חמצני: חמצן נע מהריאות אל הדם, בזמן שפחמן דו-חמצני נע מהדם אל תוך הריאות. חילוף גזים אפשרי מאחר שהנאדייות ממוקמות ליד תאי דם קטנים מאוד שנקראים נימים. הן הנאדייות הן הנימים דקים מאוד, כך שהמולקולות הזעירות של חמצן ושל פחמן דו-חמצני יכולות לעבור ביניהם בקלות. החמצן נע בדם דרך נימי הריאות ולתוך כלי הדם של הלב, שם דם עשיר בחמצן מוזרם דרך עורקים לשאר הגוף. הפחמן הדו-חמצני נע חזרה דרך הנאדייות, במעלה הסימפונות והסימפוניות, לאורך הגרון, והחוצה דרך הפה והאף כשאנו נושפים.



איור 1

מהי לייפת ריאות?

לייפת ריאות היא סוג של מחלת ריאות כרונית שמקשה על אנשים לנשום. כרוני משמעותו כי למחלה זו מתפתחת לאורך זמן רב, והיא מחריפה בהדרגה. מבוגרים בני למעלה מ-50 הם בדרך כלל האוכלוסייה היחידה שעלולה לחוות לייפת ריאות [1]. כשאדם חולה בלייפת ריאות, הנאדייות מצטלקות ומתעבות כתוצאה מדלקת. מאחר שחילוף גזים מתרחש באופן המיטבי כשהנאדייות דקות, במצב של לייפת פחות חמצן יכול לעבור דרך הנאדייות העבות, ולכן פחות חמצן נכנס לגוף בכל נשימה (איור 1B).

מה גורם ללייפת ריאות?

דלקת

(Inflammation)

תוצאה של הפעלת מערכת החיסון, שבדרך כלל מתרחשת בתגובה לזיהום, אולם לעיתים מתרחשת כשאין זיהום, כמו למשל בלייפת ריאות.

פנאומוציט

(Pneumocyte)

התאים הבודדים שמהן נאדיות מורכבות. כאשר הם נפגעים, הם שולחים אותות דלקתיים.

פיברובסט

(Fibroblast)

תא שמייצר קולגן כחלק מהתגובה התקינה שלו לאותות דלקתיים שנשלחים מתאים שניזוקו. פיברובלסטים נמצאים ברחבי הגוף.

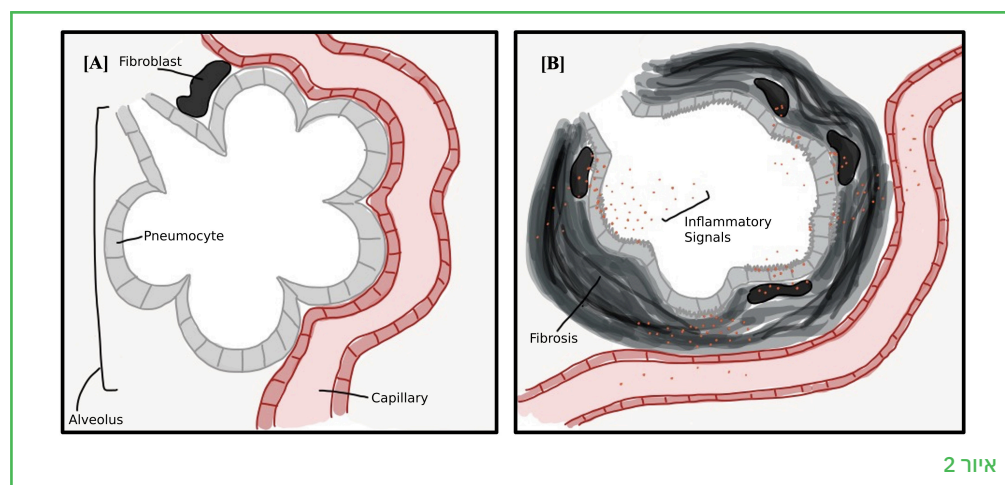
איור 2

נאדיות של ראות בריאות

וראות עם לייפת. (A) בריאות בריאות, הנאדיות והנימים מצויים זה לצד זה בסמיכות רבה. פיברובלסטים גם נמצאים כחלק מהמיבנה התקין, ומייצרים קולגן כחלק מתגובה דלקתית רגילה המתרחשת כאשר תאים ניזוקים. **(B)** בריאות עם לייפת, פנאומוציטים ניזוקים באופן תדיר. הם מייצרים הרבה אותות דלקת, ובתגובה, הפיברובלסטים מייצרים עודף קולגן. קולגן זה יוצר רקמת צלקת, אשר מייצרת דופן עבה שמפרידה את הנאדיות והנימים.

Fibroblast = פיברובלסט
Pneumocyte = פנאומוציט
Alveolus = נאדית
Capillary = נימ
Inflammatory signals = אותות דלקת
Fibrosis = לייפת.

למחלה זו גורמים רבים מאחר שישנן מגוון דרכים שבהן הריאות עשויות להצטלק. נשימה פנימה של חלקיקי אבק מסוימים קטנים מאוד, כמו למשל אבק חול או אבק פחם, עלולה לגרות את הריאות. לכן, אנשים שעבודותיהם כוללות ניקוי בהתזת חול או כריית פחם מצויים בסיכון גבוה יותר לפתח לייפת ריאות. חלקיקי האבק הקטנים נכנסים לנאדיות, גורמים לתגובה חיסונית שגורמת ל**דלקת**, והדלקת מובילה לצלקות. בפרט, ה**תאים** שמרכיבים את הנאדיות (שנקראים **פנאומוציטים**) ניזוקים ושולחים אותות שמתחילים את התהליך הדלקתי. תאים שנקראים **פיברובלסטים** מופעלים על ידי האותות האלה ומייצרים עודף קולגן-חלבון קשיח שגורם לצלקות (איור 2).



איור 2

טיפולים עבור מחלות מסוימות עלולים לגרום ללייפת ריאות. אלה כוללים תרופות כימותרפיות וטיפול קרינה שמשמשים לטיפול בסרטן, וכן תרופות מסוימות ללב. אולם, מרבית המקרים של לייפת ריאות הם אידיופטיים (קשורים למחלה ממקור בלתי ידוע), כלומר איננו יודעים בדיוק מה גורם להם. לייפת ריאות שכיחה יותר בקרב אנשים שיש להם קרוב משפחה שמתמודד עם מחלה זו, וישנם גנים מסוימים שידועים כמגבירים את הנטייה לפתח את המחלה. התיאוריה היא שאצל אנשים בעלי נטייה כזו, מערכת החיסון יוצרת דלקת כל הזמן, אפילו בהיעדר חומרים זרים או אורגניזמים זרים. הריאות מצטלקות כתוצאה מכל הדלקת העודפת [2].

התסמינים שמאפיינים לייפת ריאות

התסמינים העיקריים של המחלה הם קוצר נשימה, שיעול ועייפות. אנשים עם לייפת ריאות מתקשים לקחת נשימות עמוקות, וביצוע פעילויות רגילות גורם להם לחוש עייפות רבה. הם גם אינם יכולים לעסוק בפעילות גופנית מאחר שכאמור, כתוצאה מהנאדיות העבות פחות חמצן נכנס לגוף בכל נשימה. לעיתים, אנשים עם לייפת ריאות גם יורדים במשקל וסובלים מעייפות בשרירים ובמפרקים, מאחר שללא חמצן הם אינם יכולים לייצר מספיק אנרגיה להפעלת הגוף באופן רגיל.

אם מאתרים את כל התסמינים של לייפת ריאות באדם מסויים, רופא יכול לערוך לו בדיקות כדי לאשר את האבחנה. במטרה לאבחן לייפת ריאות, רופאים משתמשים במכשיר שנקרא סורק CT שבעזרתו מצולמות תמונות של הריאות. התמונות מהסורק מאפשרות לרופאים לראות את הצלקות ואת הדלקת בריאות. לעיתים, אם התמונות מסורק ה-CT אינן ברורות, הרופא יצטרך ליטול ביוֹפְּסִיָה מהריאות. במקרה כזה, הרופא ייקח חתיכה קטנה מרקמת הריאות ויבחן אותה תחת מיקרוסקופ, שם קל יותר לראות את הצלקות ואת התאים שגורמים לדלקת.

כיצד מטפלים בלייפת ריאות?

למרבה הצער, לייפת ריאות הינה מחלה חשוכת מִרְפָּא. אין תרופה או הליך רפואי שיגרמו למחלה לחלוף לצמיתות, אולם ישנן התערבויות שיכולות לסייע. הדבר הראשון שעשוי לעזור למטופלים הוא להפסיק לעשן, מאחר שעישון אף הוא גורם נזק לנאדיות. טיפולים מסוימים יכולים לסייע לאנשים עם לייפת ריאות להרגיש יותר בנוח ולנשום ביתר קלות. אחד הטיפולים נקרא שיקום פּוֹלְמוֹנָרִי (ריאתי). כאשר מטופלים עוברים שיקום מסוג זה, מטפלים מוסמכים מסייעים להם לבצע תרגילים ומלמדים אותם שיטות נשימה שונות. תרופות מסוימות יכולות אף הן להקל על נשימה באמצעות הפחתת הדלקת שגורמת לצילוק הריאות, אך טיפולים אלה אינם מצליחים תמיד. אם אין שיפור בתסמיני המחלה לאחר שיקום או נטילת תרופות, המוצא האחרון הוא השתלת ריאות. מדובר בניתוח שבו ריאותיהם של מטופלים מוחלפות בריאות מתורם איברים. זהו ניתוח מורכב מאוד, ולמטופלים לוקח זמן רב להתאושש ממנו.

מסקנות

במהלך הנשימה מתרחש חילוף גזים, תהליך גופני חיוני שמתרחש בריאות, חמצן מוחלף בפחמן דו-חמצני. המרווח הפיזי הזעיר בין הנאדיות לבין הנימים בריאות מאפשר לחילוף גזים זה להתרחש בקלות. בלייפת ריאות, חילוף הגזים נפגע מאחר שרקמת צלקת המיוצרת בתגובה לנזק בריאות, יוצרת מחסום פיזי בין הנאדיות לבין הנימים. פגיעה זו גורמת לאנשים קוצר נשימה וחוסר יכולת לבצע פעילות גופנית. חוקרים רבים עמלים במטרה להבין את המחלה טוב יותר ומחפשים טיפולים חדשים עבורה, אולם לרוע המזל אנו עדיין נמצאים במרחק רב ממצאת מִרְפָּא. אולי באחד הימים אתם תגלו דרך לרפא לייפת ריאות!

מקורות

1. Richeldi, L., Collard, H. R., and Jones, M. G. 2017. Idiopathic pulmonary fibrosis. *Lancet*. 389:1941–52. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30866-8
2. Meyer, K. C. 2017. Pulmonary fibrosis, part I: epidemiology, pathogenesis, and diagnosis. *Expert Rev. Respir. Med.* 11:343–59. doi: 10.1080/17476348.2017.1312346

פורסם אונליין: 15 בספטמבר 2023

נערך על ידי: Valeria Costantino

מנחים מדעיים: Vinay Bulusu

ציטוט: Boni AJ, Roque W | Romero F (2023) מה קורה לריאות כשהן נפגעות? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.582902-he

תורגם והתאם מ: Boni AJ, Roque W and Romero F (2021) What Happens to the Lungs When They Get Hurt? Front. Young Minds 9:582902. doi: 10.3389/frym.2021.582902

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2023 Boni, Roque | Romero. 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 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

NITYA, גיל: 10

אני אוהבת להתנסות ומנסה דברים חדשים באומנות, מלאכות יד, מדע וטכנולוגיה. הפעילויות האהובות עליי בשעות הפנאי הן לעסוק בעבודות מלאכה ולגלוש בטיקטוק. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה ומדע-אני הכי אוהבת מדע כיוון שהוא מלמד אותי כיצד דברים פועלים. כדורסל הוא הספורט המועדף עליי. אני רוצה להיות סוקרת צעירה כדי ללמוד עוד על האופן שבו מדע מסייע לנו להבין את הדברים שסביבנו, במיוחד את גוף האדם. אני אוהבת מוזיקה, לומדת מוזיקה קולית הודית קלאסית, ויודעת לנגן בכלים שונים, כמו פסנתר וסקסופון.

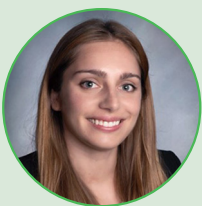
SIDHAARTH, גיל: 14

המקצועות המועדפים עליי בבית הספר הם מתמטיקה ומדע. אני הכי אוהב ביולוגיה מאחר שאני נהנה מניתוחים, אשר מעניקים לי ניסיון בפועל המאפשר לי להבין תפקודים שונים של הגוף. אני אוהב לשחק כדורסל ובייסבול. הזדמנות הסקירה בפרונטירז מעניינת עבורי מאחר שהיא תסייע לי להבין תפיסות שונות לגבי מגוון נושאים בעולם. אני גם נהנה ממוזיקה, לומד מוזיקה קולית הודית קלאסית, ויודע לנגן בכלים שונים, כמו גיטרה וסקסופון.

הכותבים

ALEXANDRA JACQUELINE BONI

אני סטודנטית לרפואה בשנה הרביעית ללימודים, בבית הספר לרפואה רוטגרס ניו ג'רסי בניוארק, ניו ג'רזי. בשנה הבאה אהפוך לרופאת ילדים. מתעניינת בחקירת ליפפת ריאות מאחר שאני נהנית ללמוד על האופן שבו הריאות פועלות. בזמני הפנוי, אני אוהבת לשחק כדורסל, לקרוא ספרים ולצפות בליגת הפוטבול הלאומית (קדימה ג'יינטס!). *ajb311@njms.rutgers.edu



**WILLY ROQUE**

אני רופא מתמחה בשנה השלישית להתמחות ברפואה פנימית בבית הספר לרפואה רוטגרס ניו ג'רזי. מטרתי היא להיות פולמונולוג (רופא העוסק בריאות) וחוקר, במטרה לסייע לאנשים המתמודדים עם לייפת ריאות. בזמני הפנוי, אני נהנה מהליכה לתערוכות במוזיאונים/ גלריות, מאוספי אומנות ומהערכת אומנות. אני גם נהנה לרכוב על אופניים למרחקים ארוכים, להתאמן לקראת מרוצים וטריקים וללמוד מתכונים חדשים לבישול עבור חבריי ומשפחתי.

**FREDDY ROMERO**

אני חוקר שעוסק במחקר לייפת ריאות במשך יותר מ-20 שנים. מתעניין באיתור הגורמים למחלה זו ולמחלות ריאות אחרות. בזמני הפנוי, אני אוהב לשחק כדורגל ולצפות במשחקי כדורגל, ונהנה גם לצפות בסרטים מוונצואלה, המקום שבו גדלתי.

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



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK