

האם כאב שיניים יכול לגרום לשיברון לב?

Natasha Clark, Zoe Skinner, Catrin Sian Rutland*

בית הספר לרפואה וטרינרית, אוניברסיטת נוטינגהם, נוטינגהם, בריטניה

סוקרים צעירים

OLIVIA

גיל: 11



**SCUOLA
SECONDARIA
SSIG L.
BELTRAMI
(MIDDLE
SCHOOL
BELTRAMI)**

גיל: 13-12



מחלה פריודונטלית (Periodontal Disease)

זיהום של המבנים שמקיפים את השיניים, כולל החניכיים, הרצועות והעצמות.

טיפול לקוי בבריאות הפה ומחלות לב מהווים שני מוקדים עולמיים בנושא בריאות. שני המצבים יכולים להתרחש אצל בני אדם ואצל יונקים רבים, כולל חיות המחמד שלנו. המילה "פריודונטלי" משמשת לייחוס למבנים שמקיפים את השיניים, כולל החניכיים והעצם. מדענים ראו קשר בין בריאות פריודונטלית לקויה לבין סיכון מוגבר לפתח מחלת לב. חושבים שחיידיקים שנמצאים בפלאק הדנטלי נכנסים למחזור הדם ברגע שהחניכיים נעשות מזדלקות. החיידיקים האלה "מטיילים" דרך כלי הדם ומעודדים היווצרות של מחסומים שנקראים פגיעות טרשת עורקים, מה שמצר את המעברים של דם ללב. במקרים חמורים, הפגיעות האלה יכולות להזיז את העורקים ולחסום לגמרי את זרימת הדם ללב, מה שמוביל למחלת לב ולכשל בפעילות הלב. מחקרים מדעיים הראו שבריאות פריודונטלית ירודה מעלה באופן משמעותי את הסיכון לפתח מחלת לב. באופן מעניין, נדמה שבני הלוויה הכלביים שלנו סובלים מאותן השלכות. צחצוח שיניים יכול להציל חיים!

מהן מחלות פריודונטליות ומחלות לב?

מחלה פריודונטלית מתרחשת כאשר מבנים שמקיפים את השיניים, כולל החניכיים והעצמות, מזדהמים על ידי חיידיקים. אתם עשויים לחשוב שמחלה פריודונטלית משפיעה רק על הפה, אולם לפני כמה שנים בערך מדענים הציעו תיאוריה שמחלה פריודונטלית עשויה

מחלת לב כלילית (Coronary Heart Disease)

בעיה שכיחה שנגרמת על ידי הצרה בכלי דם שמגיעים ללב, או חסימתם, מה שמקטין את זרימת הדם ללב.

דלקת פנים הלב (Endocarditis)

זיהום המעטפת הפנימית של תאי הלב והמסתמים (שידועה בשם אנדוקרדיום).

בקטרמיה (Bacteremia)

מצב שנגרם על ידי כניסת חיידקים לתוך מחזור הדם דרך הממברנות הריריות של העור.

חניכיים (Gingiva)

אזור בפה שמקיף את השיניים ומרפד את הפה.

דלקת חניכיים (Gingivitis)

זיהום של החניכיים, שהוא הפיך. דלקת חניכיים בדרך כלל מתרחשת לפני דלקת מסב השן (מחלת חניכיים), שהיא בלתי הפיכה.

טרשת עורקים (Atherosclerosis)

מצב שנגרם על ידי הצטברות של חומר שומני (שנקרא פלאק) בתוך דפנות העורקים ועליהם. זה יכול להצר כלי דם, ולהגביל את זרימת הדם ללב.

לגרום לבעיות באיברים חיוניים, ובמיוחד בלב. בשנים האחרונות, כמה מחקרים מדעיים חקרו באופן ישיר את הקשר שבין מחלה פריודונטלית לבין **מחלת לב כלילית** (קורונארית, שנקראת גם מחלת לב וכלי דם). מחלת לב כלילית נגרמת כאשר כלי דם שמגיעים ללב נעשים צרים או חסומים, היא שכיחה בקרב אנשים ויכולה להיות בעיה גדולה מאוד. אף על פי שכמה גורמים קושרו למחלת הלב כולל עישון, גישה מוגבלת לשירותי בריאות, דיאטה לא טובה, שתיית אלכוהול מופרזת ומחסור בפעילות גופנית, מחלה פריודונטלית גם ממלאה תפקיד חשוב במקרים הללו. התגלו קשרים בין בריאות פריודונטלית ירודה לבין סיכון מוגבר למחלות לב (במיוחד זיהום בלב שנקרא **דלקת פנים הלב**) ומחלת ריאות. מחקר באמריקה הראה ש-70% מהמבוגרים מעל גיל 65 ו-47% מהמבוגרים מעל גיל 30 חוו צורה כלשהי של מחלה פריודונטלית [1]. מחלת לב גורמת לאחת מתוך ארבע מיתות, וחיות סובלות ממחלת לב שדומה מאוד לשלנו (ראו כתבת פרונטיר - מדע לצעירים על "איך מתקנים לב שבור" [2, 3]). מחקרים על כלבים גם שאלו אם כלבים עם בריאות פריודונטלית לקויה היו בעלי סיכויים מוגדלים לפיתוח בעיות בריאות, כמו למשל מחלת לב וכלי דם.

כיצד מחלה פריודונטלית קשורה למחלת לב?

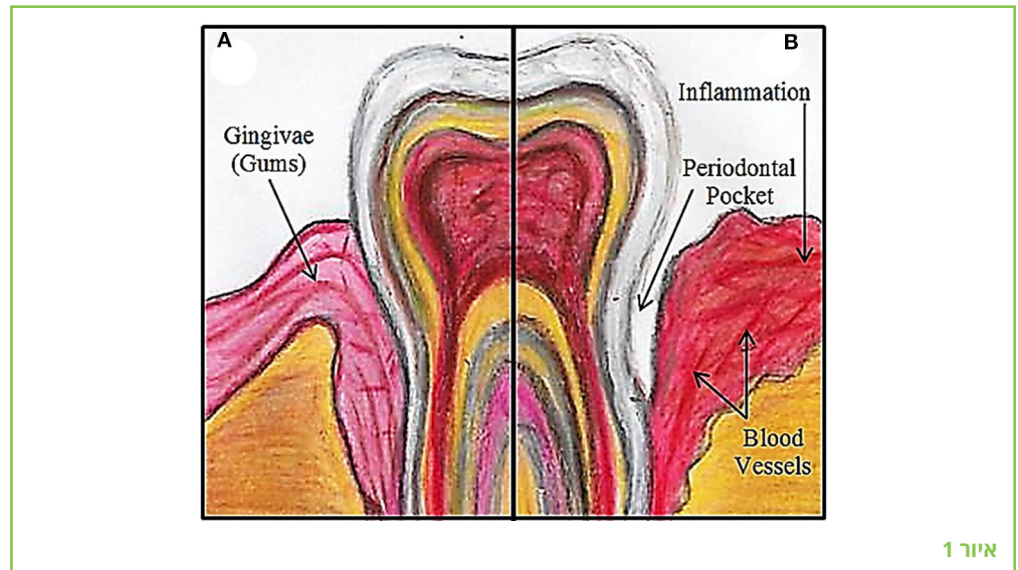
בעוד שמחקרים הראו קשרים שבין מחלה פריודונטלית ומחלת לב אצל בני אדם ואצל כלבים, נדרשת עדיין חקירה נוספת כדי להבין בדיוק כיצד אחת מובילה לשנייה. חוקרים הציעו שבקטרמיה (חיידקים במחזור הדם) הם הגורם העיקרי. ישנם יותר מ-700 מיני חיידקים שיכולים לחיות בפה, וחלק מהחיידקים האלה יכולים לזוז מהפה אל הדם [4]. הלשון, החיך, הלחיים והשיניים מכילים כל אחד מגוון של חיידקים. כתוצאה מהמספר ומהמגוון הגדול של חיידקים בתוך הפה, בקטרמיה מתרחשת באופן טבעי כתוצאה מצחצוח שיניים ומלעיסה. באופן נורמלי, החיידקים האלה מפונים מהדם על ידי מערכת החיסון ולא מתפתח זיהום. אולם אצל אנשים עם מחלות פריודונטליות חמורות, **החניכיים** נעשות מודלקות, מה שגורם למצב שנקרא **דלקת חניכיים**. לעיתים קרובות אפשר לטפל בדלקת חניכיים באמצעות טיפול טוב בפה וסיוע מרפאי שיניים, אולם הזיהום יכול לאפשר לחיידקים בפה להיות משוחררים ישירות לתוך מחזור הדם (איור 1), מה שמגדיל את הסיכון לבקטרמיה. החיידקים ש"מטיילים" דרך כלי הדם תורמים ליצירה של מבנים דמויי פלאק ונדבקים ל- ומצרים את- דפנות כלי הדם. מצב זה ידוע כ**טרשת עורקים**, והוא עלול להפחית את זרימת הדם ללב (איור 2).

לעיתים הפלאק יכול להישבר, מה שיוצר קריש דם שעלול לנוע ברחבי הגוף. קרישים יכולים להגיע לאיברים חיוניים כמו למשל הלב או המוח, ולחסום לגמרי את אספקת הדם. בחלק מהמקרים, חיידקים "מטיילים" ללב ונדבקים לשסתומי הלב ולאזורים אחרים של הלב. אם זה לא מטופל כראוי, יכול להתפתח מצב שנקרא דלקת פנים הלב (איור 3). דלקת פנים הלב יכולה לפגוע בשסתומי הלב או להרוס אותם, מה שמוביל לסיבוכים מסכני חיים. מחקרים מראים שבריאות פריודונטלית לקויה בבני אדם מכפילה את הסיכויים לפתח מחלת לב, בהשוואה לאנשים עם חניכיים בריאות.

אצל אנשים, פרוצדורות דנטליות ורפואיות מסוימות יכולות גם לגרום להצפת מחסום הדם בחיידקים; זה גם יכול לגרום לבקטרמיה אם האדם כבר לא חש בטוב מראש או שיש לו מערכת חיסון מוחלשת. לכן, אנשים שסובלים ממחלות לב או מנוק לשסתומי הלב לעיתים לוקחים אנטיביוטיקה לפני שהם מתחילים בפרוצדורות דנטליות. אנטיביוטיקה יכולה לסייע להרוס חיידקים או לשלוט במספרם בגוף, ולסייע למנוע התפתחות של דלקת פנים הלב חיידקית.

איור 1

(A) חניכיים/שיניים בריאות. החניכיים (gingiva) הם בצבע ורוד, ללא פערים (כיסים) פריודונטלים בין השן לבין החניכיים הסובבות. (B) שיניים שמתרחשים במחלה פריודונטלית. החניכיים נעשות אדומות יותר כתוצאה מיותר כלי דם, ומתפתח זיהום. השיניים האלה יוצרים דרך לחיידקים להיכנס ישירות למחזור הדם. כיסים פריודונטלים נוצרים אם מצטבר פלאק על השיניים במהלך זמן רב. הצטברויות של פלאק גורמות לחיידקים להתפתח ולהרוס את החניכיים שסביב, ולמשוך אותם מפני השטח של השן. הכיסים מעמיקים עם הזמן, כאשר פלאק נוסף מתפתח.



איור 1

אולם מאחר שעמידות לאנטיביוטיקה (כאשר האנטיביוטיקה כבר לא יכולה להרוג חיידקים מאחר שהחיידקים נעשו עמידים אליה) נהפכה לדאגה עולמית גדולה, חשוב שאנטיביוטיקות ישמשו רק במידת הכרח – סיבה אחרת לשמור על השיניים והחניכיים שלכם בריאות!

מחקרים גם מצאו שלאנשים עם סוכרת, במיוחד אם היא לא בשליטה, יש סיכוי מוגבר לפתח מחלה פריודונטלית. לאנשים עם סוכרת יש רמות גבוהות של סוכר בדמם, מאחר שהם לא יכולים לפרק אותו כראוי. רמות גבוהות של סוכר בדם גורמות לחיידקים להתרבות מהר יותר, מה שאומר שיותר חיידקים יכולים להיכנס למחזור הדם ולגרום לבקטרמיה.

מחלה פריודונטלית היא לא מבודדת רק לאזור הפה; היא גורמת לתגובות דלקתיות ברחבי הגוף כולו. כתוצאה מכך, מחלה פריודונטלית יכולה לגרום לסוכרת להיות חמורה יותר, מאחר שאחד הגורמים שתורמים לסוכרת הוא דלקת כרונית. איגוד הלב הבריטי דיווח שבקרב אנשים עם מחלה פריודונטלית מתונה עד קשה הייתה עלייה של 69% בסיכון לפיתוח סוכרת [5].

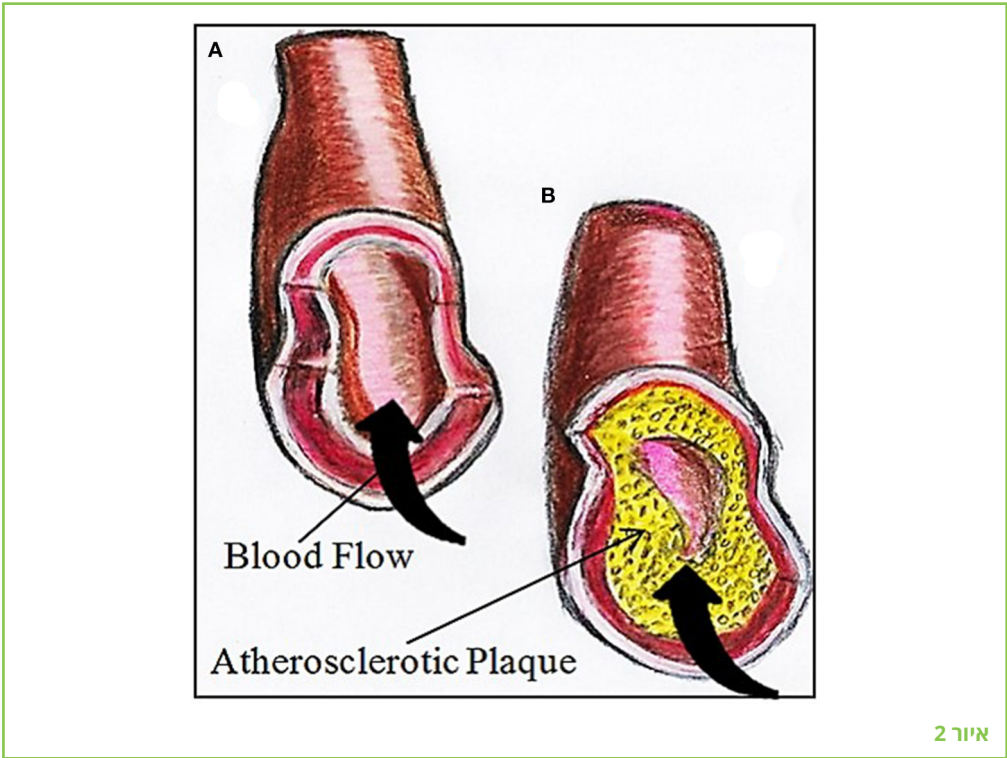
מה לגבי בריאות הפה של חיות המחמד שלנו?

עד לאחרונה, ההשפעות של בריאות פריודונטלית לקויה על שאר הגוף לא נחקרו אצל כלבים. זה מפתיע, מאחר שמחלה פריודונטלית היא בעיה שכיחה מאוד בקרב כלבים היום, במיוחד בכלבים קטנים. כמעט כל כלב וחתול ביתי (75% מהם) יפתחו סוג מסוים של מחלה פריודונטלית עד שהם יגיעו לגיל 4 [6].

מדען אחד ערך מחקר שבדק את הרשומות הווטרינריות של 60,000 כלבים עם מחלה פריודונטלית ו-60,000 כלבים ללא מחלה [7], והראה קשר בין מחלה פריודונטלית לבין מחלת לב. כמו עם אנשים, ישנם גורמים אפשריים שונים למחלת לב אצל כלבים, אולם שיפור הטיפול הדנטלי הוא הכרחי. כלבים יכולים למות מבעיות לב, אפילו בגילים צעירים.

איור 2

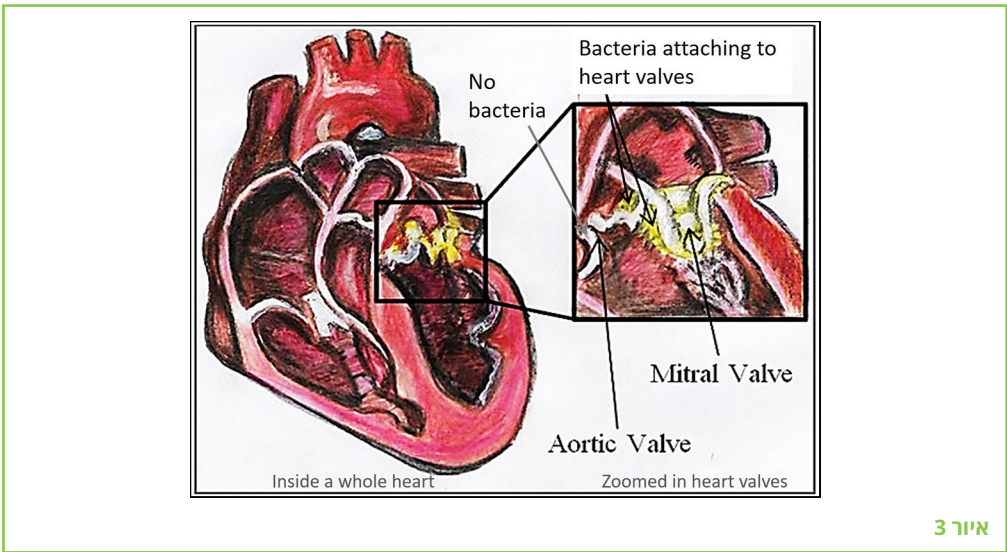
(A) עורק רגיל מכליל דפנות פנימיות חלקות ורחבות, מה שמאפשר לדם לזרום באופן חופשי ללא הגבלות. (B) לעורק עם טרשת עורקים יש הצטברות של פלאק בתוך העורק מה שמצר אותו, גורם לדפנות להיות גבשושיות. זרימת הדם מוגבלת, מה שאומר שפחות דם יכול להיות מועבר לאיברים חיוניים כמו למשל ללב ולמוח, מה שמגדיל את הסיכון להתקפי לב ולשבץ.



איור 2

איור 3

דלקת פנים הלב חיידקית שמשפיעה על שני שסתומי הלב. מרבית החיידקים נקשרו לשסתום הלב וישנה הצטברות של חיידקים מצד ימין של שסתום אבי העורקים. חיידקים מוצגים כאן בצהוב. החלק השמאלי מראה כיצד שסתום נורמלי (ללא חיידקים, שמוצג על ידי החץ האפור) אמור להיראות.



איור 3

אז, איך לשמור על השיניים שלי בריאות?

כמו עם הרבה דברים בחיים, מניעה טובה יותר מטיפול. האם ידעתם שמשחות שיניים יוצרו במקור מחומרים קשיחים וחוליים כמו גיר ומבריק תכשיטים? עם הסרת כתמים בלתי רצויים, הם גם שחקו את שיניהם של האנשים! במאה ה-19, אנשים ערבבו מלח וסוכר עם מים כדי ליצור משחה, מאחר שהם לא הבינו שסוכר לא היה טוב לשיניים. ככל הנראה עדיף לדבוק בטיפים שלמטה כדי לשמור על פה בריא.

בני אדם מבליים 38.5 ימים מחייהם בצחצוח שיניים, אולם פלאק יכול להתחיל להיווצר כבר כארבע שעות אחרי הצחצוח. חשוב לצחצח את השיניים במשך שתי דקות לפחות, פעמיים

ביום. הזמן הטוב ביותר לצחצח שיניים הוא לפני שהולכים לישון. צחצוח שיניים גם מספק הזדמנות מצוינת לחפש סימני אזהרה של מחלות חניכיים, אשר כוללות חניכיים אדומות או נפוחות, דימום במהלך הצחצוח או אחריו, או הבל פה עם ריח רע באופן קבוע. אם אתם מודאגים לגבי כל אחד מהתסמינים האלה, חשוב לומר זאת לרופאי השיניים שלכם.

פלואוריד עובד על ידי הקשחת אמיל השן והפחתת הסיכון לפתח שחיקה של השן, אז ודאו שמשחת השיניים שלכם מכילה פלואוריד. במשך 70 השנים האחרונות, פלואוריד הוסף למי שתייה כדי לשפר את הבריאות הדנטלית. הוא הוכנס לראשונה לארצות הברית בשנת 1945, ובבריטניה פלואוריד הוסף לראשונה בבירמינגהם בשנת 1964. כמות הפלואוריד במי שתייה כיום היא 1 מיליגרם לכל ליטר של מים, שהיא כמות המתאימה להפחתת שחיקת שיניים.

דיאטה גם ממלאת תפקיד חשוב בהגנה על השיניים שלכם. הגבלת הצריכה של משקאות קלים חומציים ומיצי פירות יכולה למנוע את התרככות האמייל, מה שיכול להוביל להיווצרות של חורים. הרוק שלכם פועל כדי לייצב את החומציות של פיהם, ומספק סביבה יציבה לאמייל השיניים. שתיית מים מרובה מסייעת לרוק שלכם לעבוד ביעילות המרבית. מחקרים גם הראו ששטיפת פה טובה להיגיינת הפה.

כיצד לשמור על שיני הכלב/ה שלי בריאות?

צחצוח יומי של שיני הכלבים שלכם עם מברשת שיניים ומשחת שיניים ייעודיות שמיוצרות עבור כלבים (פלואוריד במשחת שיניים של בני אדם יכול להיות רעיל לכלבים) יסייע לשיניים ולחניכיים שלהם. נתינת חטיפים דנטליים לכלבים שלכם פעמיים-שלוש בשבוע תפחית את הצטברות הפלאק. מאחר שהחטיפים האלה יכולים להכיל הרבה קלוריות, הפחיתו את צריכת המזון של כלביכם בהתאם. אתם יכולים לקחת את חית המחמד שלכם לווטרינר לצורך בדיקות דנטליות וכלליות תקופתיות.

העתיד של בריאות פריודונטלית ובריאות הלב

מאחר שהקשר שבין מחלות פה ולב קיים אצל בני אדם וכלבים, יכול להיות שימושי להשתמש בכלבים כדי לזהות אם גנים מסוימים אחראיים על הקישור שבין מחלות פריודונטליות ומחלות לב. מציאת הגנים האחראיים תסייע למדענים להבין כיצד שתי המחלות קשורות זו לזו. אנו רואים גם שבריאות פריודונטלית ירודה יכולה להשפיע על איברים חיוניים אחרים, כמו למשל הכליות והכבד. לסיכום, חשוב להפוך את היגיינת הפה היומית לחשיבות ראשונה במעלה, מגיל צעיר. פה בריא יסייע לבריאות הפריודונטלית ולבריאות הלב שלכם, ועשוי גם לגרום לתועלות בריאותיות אחרות. המשיכו לצחצח את השיניים, להשתמש בחוט דנטלי ולבקר את רופאי השיניים שלכם!

תודות

המחברות רוצות להודות לסוקרים הצעירים הבלתי רשמיים שלנו; האנה קלארק, הולי-מארי ברודהורסט, רבקה קיפאקס, טיילור לויס דיוויס והארי סאונדרס. חלק מהעבודה הזו

התאפשרה הודות למלגות INSPIRE לתלמידים שממומנים על ידי The Wellcome Trust, האקדמיה למדעי הרפואה. המענקים שניתנו לדוקטורים J. Daly, N. Mongan, V. James, K. Braithwaite, C. S. Rutland, P. Voigt, ו-K. Cobb במטרה לקדם מחקר ומעורבות ציבורית. אנו רוצים להודות לאיגוד המדע הבריטי ולאוניברסיטת נוטינגהם על שזיכו את CR עם חברות BSR לשנת 2019. אנו גם רוצים להודות לחברה לאנטומיה על שסייעה לממן את העבודה באמצעות מענק Public Engagement and Outreach grant שניתן ל-CR-ל-שנקרא Anatomy for ALL—Making Anatomy Accessible.

מקורות

1. Eke, P. I., Dye, B. A., Wei, L., Thornton-Evans, G. O., Genco, R. J., and CDC Periodontal Disease Surveillance. 2012. Prevalence of periodontitis in adults in the United States: 2009 and 2010. *J. Dent. Res.* 91:914–20. doi: 10.1177/0022034512457373
2. Simpson, S., Rutland, P., and Rutland, C. S. 2017. Genomic insights into cardiomyopathies: a comparative cross-species review. *Vet. Sci.* 4:19. doi: 10.3390/vetsci4010019
3. Clark, N., Alibhai, A., and Rutland, C. S. 2018. Mending a broken heart—the genetics of heart disease. *Front. Young Minds* 6:19. doi: 10.3389/frym.2018.00019
4. Aas, J. A., Paster, B. J., Stokes, L. N., Olsen, I., and Dewhirst, F. E. 2005. Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J. Clin. Microbiol.* 43:5721–32. doi: 10.1128/Jcm.43.11.5721-5732.2005
5. Carinci, F., Martinelli, M., Contaldo, M., Santoro, R., Pezzetti, F., Lauritano, D., et al. 2018. Focus on periodontal disease and development of endocarditis. *J. Biol. Reg. Homeos. Ag.* 32:143–7.
6. Preshaw, P. M., Alba, A. L., Herrera, D., Jepsen, S., Konstantinidis, A., Makrilakis, K., et al. 2012. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. *Diabetologia* 55:21–31. doi: 10.1007/s00125-011-2342-y
7. Glickman, L. T., Glickman, N. W., Moore, G. E., Goldstein, G. S., and Lewis, H. B. 2009. Evaluation of the risk of endocarditis and other cardiovascular events on the basis of the severity of periodontal disease in dogs. *J. Am. Vet. Med. A* 234:486–94. doi: 10.2460/javma.234.4.486

פורסם אונליין: 20 באפריל 2022

נערך על ידי: Bahtiyar Yilmaz

מנחות מדעיות: Elisa Di Pasquale and Deborah Stroka

ציטוט: Clark N, Skinner Z and Rutland CS (2022) האם כאב שיניים יכול לגרום לשיברון לב? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00087-he

תורגם והותאם: Clark N, Skinner Z and Rutland CS (2020) Can Toothache Cause Heartbreak? *Front. Young Minds* 8:87. doi: 10.3389/frym.2020.00087

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

COPYRIGHT © 2020 © Clark, Skinner and Rutland 2022. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (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

OLIVIA, גיל: 11

קוראים לי Olivia, אני בת 11. הצטרפתי לפרונטיר - מדע לצעירים מאחר שאני אוהבת מדע, קריאה ועריכת ניסויים. אני אוהבת חיות, במיוחד כלבים. יש לי טרייאר איאי. התחביבים שלי הם לנגן על פסנתר, לשיר ולעשות קרטה. אני אוהבת לטייל.



SCUOLA SECONDARIA SSIG L. BELTRAMI (MIDDLE SCHOOL BELTRAMI)

גיל: 12-13

אנו כיתה של 20 תלמידים מחטיבת הביניים בלטרמי במילנו, איטליה. אנו מגניבים, סקרנים, מצחיקים, ייחודיים ומיוחדים, ואנו חברים טובים מאוד. אנו אוהבים לחוות חוויות חדשות ולחשוב מחוץ לקופסה.



הכותבות

NATASHA CLARK

אני סטודנטית שנה חמישית לוטרניריה באוניברסיטת נוטינגהם, ויש לי עניין גדול בקרדילוגיה, ברפואת שיניים וברפואת בעלי חיים. אני עובדת על מגוון שיטות וטרניריה. אני אוהבת אומנות כתחביב, ואני מוצאת אותה מרגיעה מאוד; אומנות מאפשרת ללמוד עוד על אנטומיה. הכלב שלי פופי נהנה ללכת לטיולים ארוכים באוויר החצ סביב לפארקים המקומיים של National Trust כדי לשמור על הלבבות והריאות שלנו בריאים. בזמני הפנוי, אני נהנית לנגן על גיטרה קלאסית, לשחות, לעשות קמפינג וללכת לתיאטרון עם חברים.



ZOE SKINNER

אני סטודנטית שנה רביעית לוטרניריה באוניברסיטת נוטינגהם. הנושאים שאני הכי אוהבת לחקור הם הורמונים, עצמות ושרירים ואופתלמולוגיה. החיות האהובות עליי הן חתולים, ויש לי שני חתולים שנקראים ג'נגו ובובבה. אני אוהבת לצייר ולאיייר לכיף, אולם אני גם מוצאת שזו דרך נפלאה להעמיק את הבנתי בנושאים קשים! בזמני הפנוי, אני אוהבת לבקר בגלריות ובמוזיאונים, לבשל ולטייל למקומות חדשים. הדרך האהובה עליי לשמור על הלב שלי בריא היא על ידי עשיית ספורט עם חבריי. הספורט שאני הכי אוהבת לעשות הוא בדמינטון ומשחק קבוצות עם מחבט שנקרא rounders.



CATRIN SIAN RUTLAND

אני פרופסורית לאנטומיה וגנטיקה התפתחותית באוניברסיטת נוטינגהם, וחברה לשנת 2019 באיגוד British Science Association Media. אני מובילה קבוצת מדענים שחוקרים מדוע אנשים וחיות סובלים מלקויות לב וכלי דם, ומחפשת שיטות להגן, למנוע ולרפא אותן. כשאיני עובדת, אני אוהבת לטייל ברחבי



העולם, לבקר במוזיאונים ולכתוב מדע בדיוני. אני הולכת לחדר כושר עם חברים ועם בן זוגי אנדרו, ואני רצה כדי לשמור על הלב שלי בריא. החתולה שלנו טווינקס זוכה לצחצוח שיניים קבוע; הווטרינר שלה אומר שיש לה שיניים מדהימות. *catrin.rutland@nottingham.ac.uk

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