

הוקוס פוקוס – שימוש בקסם של אולטרה-סאונד כדי להסתכל אל תוך הגוף

Mazen El-Baba^{1*}, Joseph Jamnik¹, Claire Heslop^{1,2}

¹הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת טורונטו, טורונטו, אונטריו, קנדה

²היחידה לרפואת חירום, המחלקה לרפואה, אוניברסיטת טורונטו, טורונטו, אונטריו, קנדה

סוקרות צעירות

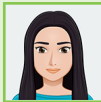
DIBA

גיל: 14



HRISHIKA

גיל: 11



PRIYANKA

גיל: 10



מכשירי אולטרה-סאונד משתמשים בגלי קול כדי להסתכל אל תוך גופכם. גלי הקול האלה הם בעלי תדר גבוה מאוד, ואי אפשר לשמוע או להרגיש אותם. הם מיוצרים על ידי מכשיר אולטרה-סאונד שמשמש בגבישים בקצהו של המכשיר. הגלים האלה עוברים דרך עורכם, ובזמן שהם מוחזרים חזרה למכשיר מרקמות גופכם, המכשיר הופך אותם לתמונה. במאמר זה, תלמדו על השימושים השונים של אולטרה-סאונד, כמו לראות תינוקות בתוך הרחם, או בדיקת איברי גוף חשובים אצל מטופלים שמרגישים חולים. תלמדו גם על הבטיחות של אולטרה-סאונד במקרה שאי פעם תזדקקו לשימוש בו. לבסוף, נחקור את עתיד האולטרה-סאונד ברפואה על ידי למידה על אולטרה-סאונד מסוג (POCUS) point-of-care ultrasound, שמקל על ילדים ומבוגרים לקבל צילום אולטרה-סאונד כשהם צריכים אותו!

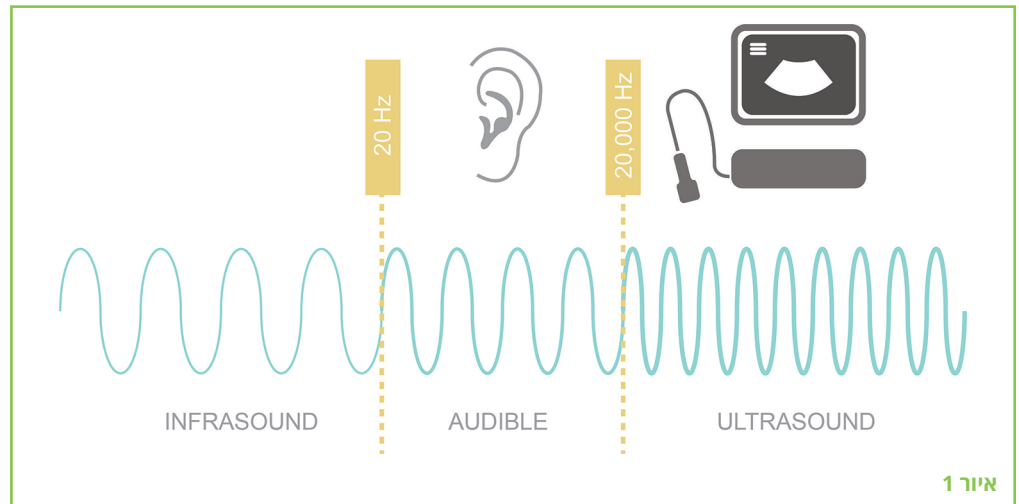
מה זה אולטרה-סאונד?

קול נמצא בכל מקום סביבנו. אנו יכולים לשמוע חלק מהקולות שסביבנו, אולם קולות אחרים לגמרי לא ניתנים לאיתור. כאשר הקול מופק על ידי חיות או אובייקטים (למשל כלב נובח או

איור 1

תדרי קול שונים:

לאינפרה-סאונד יש גלי קול בתדרים נמוכים מ-20 הרץ; צלילי שמע, שיש להם גלי קול עם תדרים בין 20 ל-20,000 הרץ; ואולטרה-סאונד, שיש לו גלי קול עם תדרים מעל ל-20,000 הרץ.



איור 1

סירנות של אמבולנס), הוא עובר דרך האוויר בצורה של גלים בלתי נראים. גלי הקול האלה "מטיילים" עד שהם נשמעים על ידי המקלט, כמו אוזנכם. מדענים יכולים לחקור קולות על ידי מדידת גודלם של הגלים המופקים והאנרגיה שלהם. ממש כמו שרופא יכול למדוד את הגובה והמשקל שלכם, מדענים יכולים למדוד את האורך והתדר של גל קול. תדר הקול מתייחס לאורך הגל ולמהירות שבה הוא נע. תדר של גל קול נמדד ביחידות שנקראות הרץ (Hz). אוזנינו יכולות לשמוע צלילי שמע, שהם קולות עם תדרים שנעים בין 20 ל-20,000 הרץ. כל תדרי הקול מעל לטווח הזה או תחתיו לא יכולים להישמע על ידי אוזנינו. גלי קול עם תדרים נמוכים מ-20 הרץ נקראים אינפרה-סאונד, וגלי קול עם תדרים מעל ל-20,000 הרץ נקראים אולטרה-סאונד. התבוננו באיור 1 כדי ללמוד על תדרי הקול השונים שדנו בהם כאן.

אם תעצרו את קריאת המאמר ותנסו להפיק צעקה בתדר גבוה, אתם ככל הנראה תפיקו גלים עם תדרים של כ-3,000 הרץ. אנו יכולים להשתמש במכשירים מיוחדים כדי להפיק תדרי אולטרה-סאונד הרבה יותר גדולים מזה. המכשירים שאנו משתמשים בהם מפיקים גלי אולטרה-סאונד שיכולים ליצור גלי קול עם תדרים של מעל ל-1,000,000 הרץ. הקולות על התדרים הגבוהים מאוד האלה שמישים במיוחד ברפואה, מאחר שהם יכולים לשמש כדי להסתכל בבטחה בתוך גופנו. היות שלקול יש יכולת "לטייל" דרך אוויר, נוזלים ומוצקים, אנו יכולים לכוון גלי קול לעבר הלב, לדוגמה, ולראות דברים שעין בלתי מזוינת לא יכולה לראות דרך העור.

כיצד מכשיר אולטרה-סאונד פועל כדי להסתכל אל תוך גופנו?

דמיינו שאתם עומדים בוואדי בין שני הרים גדולים. אם תצעקו חזק, אתם תשמעו הך של קולכם. הסיבה לכך היא שגלי קול "קופצים" הלוך ושוב בין ההרים, וחוזרים חזרה לאוזניכם. באופן דומה, מכשירי אולטרה-סאונד מייצרים גלי קול ומקשיבים לגלים החזקים שמוצרים על ידי הקול שחוזר חזרה מהרקמות שמרכיבות איברים שונים בגופכם.

באיור 2, אתם יכולים לראות מכשיר אולטרה-סאונד שמייצר גלי אולטרה-סאונד. כשהוא מכוון לגופכם, גלי הקול יכולים "לטייל" דרך עורכם ולהגיע לאיבר שהרופאים רוצים להסתכל עליו (לדוגמה, הכבד שלכם). אתם יכולים לחשוב על מכשיר האולטרה-סאונד כעל "שרביט

תדר

(Frequency)

יחידת מידה שקשורה לאורך של גל קול ולמהירות שבה הוא מתקדם. תדר של גלי קול נמדד ביחידה שנקראת הרץ (Hz).

צלילי שמע

(Audible Sound)

גלי קול עם תדרים בין 20 ל-20,000 הרץ.

אינפרה-סאונד

(Infrasound)

גלי קול עם תדרים מתחת ל-20 הרץ.

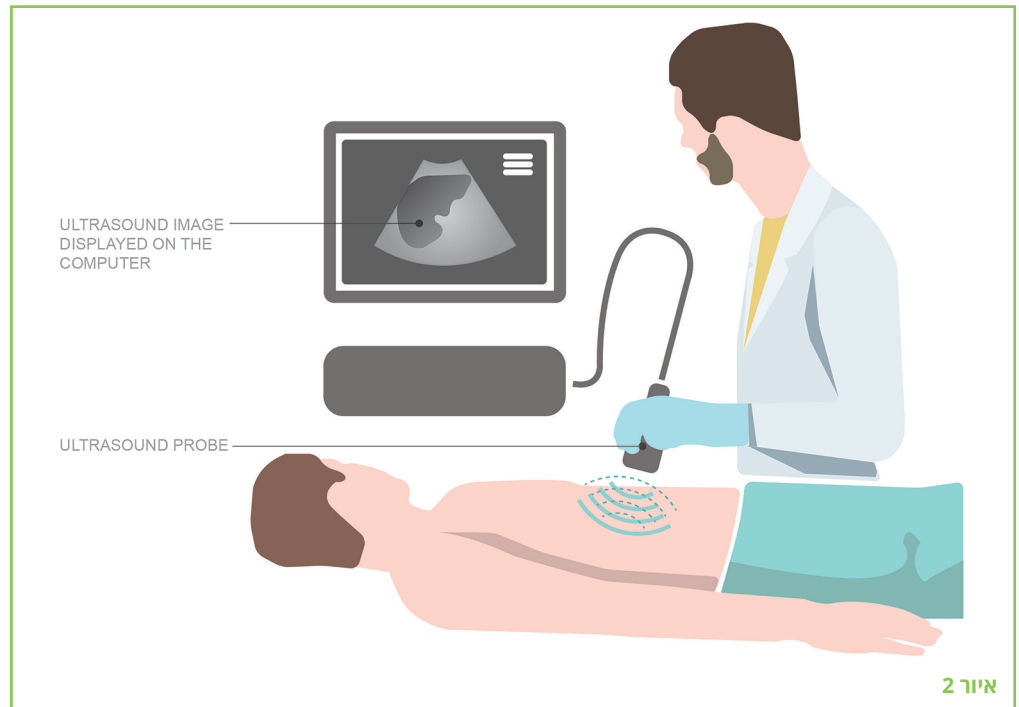
אולטרה-סאונד

(Ultrasound)

גלי קול עם תדרים מעל ל-20,000 הרץ.

איור 2

רופא משתמש במכשיר אולטרה-סאונד על ידי כיוון את הקול לעבר גופו של המטופל. בתמונה הזו, הרופא מסתכל על הכבד של המטופל!



קסם, ששולח גלי אולטרה-סאונד רבים לתוך גופכם כדי להסתכל על מה שנמצא בפנים. בכל פעם שהגלים פוגעים בפני שטח עם תכונות פיזיקליות שונות, הם מוחזרים חזרה אל המכשיר [1]. המכשיר מודד את כמות הזמן שלוקח לכל גל לחזור אליו. באמצעות שימוש במידע הזה, מחשב מסוגל לחשב את המרחק בין כל נקודה בפני שטח שממנה הגלים חזרו. המחשב מחבר את המידע הזה ויוצר תמונה של מה שנמצא עמוק בתוך גופכם.

כיצד אנו יכולים להבחין בין רקמות בגוף?

רקמות שונות בגופכם נראות אחרת על גבי מכשיר האולטרה-סאונד. הסיבה לכך היא שכמות הקול שמוחזר מהרקמה ונקלט על ידי המכשיר תלויה בסוג הרקמה שגלי הקול פוגעים בה, ובמהירות של גלי הקול שחוזרים אל המכשיר [1]. תכולת השומן, האוויר והמים של הרקמה קובעת את צפיפותה של הרקמה, שבתורה משפיעה על הזמן שלוקח לאולטרה-סאונד לחזור חזרה אל המכשיר [2].

למה אולטרה-סאונד משמש?

ברפואה, גלי אולטרה-סאונד משמשים לזהות מדוע מישהו חולה – זה נקרא **שימוש אבחנתי**. אולטרה-סאונד גם יכול לשמש כטיפול במישהו חולה – זה נקרא **שימוש טיפולי** [3].

שימוש אבחנתי: זיהוי מדוע מישהו חולה

אולטרה-סאונד יכול לשמש אנשים במערכת הבריאות במטרה להבין מדוע מישהו חולה. ישנם הרבה איברי גוף שאפשר להסתכל עליהם, כולל הלב, הריאות, הכבד, שלפוחית השתן, הכליות, התוספתן, ואפילו השרירים והמפרקים שלכם!

שימוש אבחנתי (Diagnostic Use)

שימוש במכשיר – במאמר הזה, אולטרה-סאונד – כדי לסייע לזהות מדוע מישהו חולה.

שימוש טיפולי (Therapeutic Use)

שימוש במכשיר – במאמר הזה, אולטרה-סאונד – כדי לטפל באנשים חולים.

לדוגמה, דמיינו שיש לכם כאב בטן. אתם הולכים לבית חולים ורואים רופאה כדי לברר מדוע בטנכם כואבת. הרופאה שלכם עשויה להשתמש במכשיר אולטרה-סאונד כדי להסתכל אל תוך אזור בטנכם ולראות מה עשוי לגרום לכאב. האם יכול להיות שהכאב מגיע מהתוספתן שלכם? התוספתן הוא אזור קטן במעיים שלכם, והוא יכול להזדהם. זה נקרא אפנדיציט, וזה יכול להיות כואב מאוד. כדי לברר אם יש לכם אפנדיציט, הרופאה עשויה להשתמש במכשיר אולטרה-סאונד ולחפש סימנים של אפנדיציט בתוך בטנכם. חלק מהסימנים האלה כוללים התעבות של התוספתן, התרחבותו והצטברות של נוזלים סביבו. חיפוש הסימנים האלה באמצעות מכשיר אולטרה-סאונד יכול לסייע לרופאה שלכם לזהות מה קרה ולהחליט כיצד לטפל בבעיה כדי לסייע לכם להרגיש טוב יותר.

שימושים טיפוליים: טיפול באנשים חולים

אולטרה-סאונד יכול לשמש לטפל במחלות. גלי אולטרה-סאונד נושאים אנרגיה שאפשר למקד על רקמה מסוימת. גלי אולטרה-סאונד יכולים להיות מופקים בתדרים גבוהים מאוד (כמו למשל 4,000,000 הרץ) כדי לשלוח אנרגיה לרקמות הגוף. לדוגמה, לעיתים אבנים קטנות נוצרות כאשר הכליות שלכם עובדות על יצירת שתן. אבני הכליות האלה עשויות שלא לגרום בעיות לאנשים מסוימים, אולם אצל אנשים אחרים הן יכולות להיתקע ולחסום את הזרימה של שתן לשלפוחית שלכם, ולגרום לכאב רב. מומחים יכולים להשתמש באולטרה-סאונד באנרגיה גבוהה כדי לשבור את האבנים לפיסות קטנות יותר שיכולות להיות מועברות דרך השתן שלכם עם הרבה פחות כאב.

אולטרה-סאונד יכול לשמש כדי להכווין טיפול כאשר רופאים צריכים להסתכל לתוך הגוף במטרה לסייע לטיפול במחלה. לדוגמה, לעיתים מחלות יכולות לגרום להצטברות של נוזלים בבטן ולגרום לכאב רב. כאשר זה קורה, דרך אחת לסייע למטופלים להרגיש טוב יותר היא לנקז את הנוזלים האלה. אפשר להשתמש באולטרה-סאונד כדי לסייע לרופאים להסתכל אל תוך הגוף ולמצוא היכן הנוזלים נמצאים כך שהם יוכלו לנקז אותם באתר המתאים.

האם אולטרה-סאונד בטוח לשימוש?

כן, אולטרה-סאונד בטוח מאוד! זכרו שמכשירי אולטרה-סאונד משתמשים בגלי קול. לגלי הקול האלה אין השפעות מזיקות על גופכם. גלי הקול בתדרים גבוהים שמופקים ממכשירי אולטרה-סאונד עלולים לגרום לכמויות קטנות של חום להיכנס לגוף [3]. אולם, למרבה המזל זה לא משהו שצריך לדאוג ממנו, במיוחד כאשר האולטרה-סאונד מבוצע באופן בטוח על ידי אדם מומחה.

אולטרה-סאונד שונה מאוד מדרכים אחרות שבהן מומחי בריאות מסתכלים אל תוך הגוף. האם אי פעם ראייתם רנטגן? ממש כמו אולטרה-סאונד, רנטגן מספק תמונה של מה שמתרחש בגופכם. בעוד שאולטרה-סאונד משתמש בגלי קול, רנטגן משתמש בגלי אור כדי להסתכל מתחת לעורכם. אף על פי שאיננו יכולים לראות את גלי האור, הם נושאים אנרגיית קרינה שיכולה להיות מזיקה בכמויות גדולות. מנגד, אולטרה-סאונד כל כך בטוח שהוא אפילו משמש להסתכל לתוך רחם של נשים בהיריון כדי לבחון כיצד התינוקות שלהן מתפתחים!

אנו יודעים שצילום אולטרה-סאונד הוא בטוח – אולם האם הוא כואב? טוב, מרבית האולטרה-סאונד נעשה על ידי סוג של גלי שמסייע לשריט האולטרה-סאונד לעבוד טוב יותר. הגלי הזה מרגיש כמו נוזל קר ורטוב, והוא יגע בעורכם. אולם מלבד תחושת השריט והגלי, גלי הקול שיוצאים ממכשיר האולטרה-סאונד ועוברים דרך עורכם הם נטולי כאב לגמרי, ואינכם יכולים אפילו להרגיש אותם.

מהו עתיד האולטרה-סאונד?

אולטרה-סאונד אינו חדש ברפואה. למעשה, אנו משתמשים באולטרה-סאונד לצלם את פְּנִים הגוף במשך יותר מ-50 שנים! אולם זה לא אומר שהטכנולוגיה שבתוך מכשירי האולטרסאונד נשארה כשהייתה. עם הזמן, כשמחשבים משתפרים, מכשירי אולטרה-סאונד מסוגלים לצלם תמונות וסרטוני וידיאו איכותיים יותר של גופנו. אתם זוכרים שראיתם תמונות של מכשירי טלפון גדולים ומסורבלים שהיו להורכם לפני שנים? כעת השוו אותן לטלפונים החכמים של היום – הטלפונים החכמים של היום הרבה יותר קטנים ומהירים! אותו הדבר קרה עם מכשירי אולטרה-סאונד! מכשירי אולטרה-סאונד קטנים יותר משמעותם שיותר נותני שירותי בריאות יוכלו להשתמש בהם בנסיבות שונות.

השימוש במכשירי אולטרסאונד קטנים וניידים יותר נקרא לעיתים point-of-care ultrasound, או **POCUS** ("פוקוס"). כאן מתרחש הקסם האמיתי של אולטרה-סאונד. דמיינו שאתם הולכים לראות את הרופאה שלכם ומגלים שאתם זקוקים לאולטרה-סאונד מאחר שיש לכם כאב בטן חזק מאוד. ללא POCUS, הרופאה שלכם הייתה צריכה לשלוח אתכם למקום אחר כדי לבצע את הבדיקה. כתלות במקום שבו אתם גרים, המקום הקרוב ביותר עם מכשיר אולטרה-סאונד עשוי להיות בית חולים רחוק ביותר. עם POCUS, הרופאה שלכם תהיה מסוגלת להסתכל במהרה אל תוך בטנכם באמצעות אולטרה-סאונד, ממש שם בתוך חדרה. זה יאפשר לה לגלות מה קורה בתוך גופכם, ולהתחיל את הטיפול מהר יותר. בשל היתרונות האלה, POCUS כבר משמש אנשים חולים או פצועים בחדרי מיון ובקליניקות רפואיות בכל רחבי העולם. חיים רבים כבר ניצלו – ובעתיד, חיים רבים נוספים יוצלו – הודות לקסם של גלי הקול!

תרומת הכותבות

כל המחברים תרמו במידה שווה למאמר זה.

תודות

אנו רוצים להודות לריאן ג'וריצ'יץ' על עבודת האומנות שמוצגת במאמר זה.

מקורות

1. Aldrich, J. E. 2007. Basic physics of ultrasound imaging. *Crit. Care Med.* 35:131–7. doi: 10.1097/01.CCM.0000260624.99430.22

POCUS

קיצור של

Point-of-care ultrasound, שהוא מכשיר אולטרה-סאונד קטן יותר ונייד לצד מיטות המטופלים.

2. Abu-Zidan, F. M., Hefny, A. F., and Corr, P. 2011. Clinical ultrasound physics. *J. Emerg. Trauma Shock* 4:501–3. doi: 10.4103/0974-2700.86646
3. Leighton, T. G. 2007. What is ultrasound? *Prog. Biophys. Mol. Biol.* 93:3–83. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2006.07.026

פורסם אונליין: 07 בפברואר 2022

נערך על ידי: Valerie Gerriets

מנחה מדעי: Priya Bhosale Arjan Te Pas

ציטוט: El-Baba M, Jamnik J and Heslop C (2022) הוקוס פוקוס – שימוש בקסם של אולטרה-סאונד כדי להסתכל אל תוך הגוף. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.00066-he

תורגם והותאם: El-Baba M, Jamnik J and Heslop C (2020) Hocus POCUS—Using the Magic of Ultrasound to Look Inside the Body. *Front. Young Minds* 8:66. doi: 10.3389/frym.2020.00066 doi: 10.3389/frym.2020.00066

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

COPYRIGHT © 2020 © El-Baba, Jamnik and Heslop 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.

סוקרות צעירות

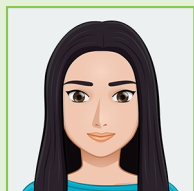
DIBA, גיל: 14

אני רוקדת הרבה ורוכבת על סוסים, אולם כשאני עייפה אני אוהבת לקרוא ספרים או לצפות בסדרות תיעודיות. אני אוהבת לשאול שאלות, הרבה מהן.



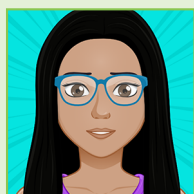
HRISHIKA, גיל: 11

אני Hrishika ואני אוהבת חיות. אני אוהבת לקרוא סיפורת ריאליסטית, ואני רוצה להיות רופאה כשאגדל.



PRIYANKA, גיל: 10

קוראים לי Priyanka, ואני נהנית לקרוא, לצייר ולדמיין סיפורים יצירתיים על פנטזיה וקסם. החיות האהובות עליי הן דרקונים ונחשים, וזוחלים אחרים. כשאגדל אני רוצה להיות כותבת ומאירת לילדים.



הכותבים

MAZEN EL-BABA

לפני שהתחלתי את בית הספר לרפואה, השלמתי תואר ראשון ותואר שני בהתמחות במדעי המוח. במהלך ההכשרה הרפואית שלי באוניברסיטת טורונטו, התחלתי להתעניין ברפואת חירום. נדהמתי מהאופן שבו אפשר להשתמש באולטרה-סאונד בחדר מיון כדי לסייע לזהות מטופלים חולים ולטפל בהם. הייתי מחויב להשתמש באולטרה-סאונד כמכשיר בהשתלמות הקלינית העתידית שלי. חוץ מבית הספר והעבודה, אני אוהב לטייל, לטפס ולבשל! *mazen.elbaba@mail.utoronto.ca



JOSEPH JAMNIK

להיות סטודנט לרפואה בטורונטו הקנה לי את ההזדמנות ללמוד כיצד להשתמש במכשירי אולטרה-סאונד ולפרש תמונות אולטרה-סאונד! ראיתי גם לאיזה הבדל גדול אולטרה-סאונד יכול לגרום בסיוע מהיר לרופאים לפענח מדוע מישהו מרגיש חולה. לפני שהתחלתי בית ספר לרפואה, השלמתי דוקטורט במדעי התזונה באוניברסיטת טורונטו. בזמני הפנוי אני נהנה לעשות סקי, לשחק גולף ולטייל. כקנדי, אני גם אוהד הוקי שרוף!



CLAIRE HESLOP

אני רופאה בחדר מיון בטורונטו, ואני משתמשת ב-Point of Care Ultrasound (POCUS) לעיתים קרובות כשאני מטפלת בחולים. מאחר שזהו כלי שמיש כל כך לרופאים, אני אוהבת ללמד על POCUS סטודנטים לרפואה, מתמחים, ורופאים אחרים שאני עובדת איתם. כשאני עובדת, אני נהנית לרוץ ולטפס בהרים.



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