



אתם מה שאתם אוכלים – אומגה 3, חומצות שומן ודלקת

Kathryn A. Wierenga^{1,2*} | James J. Pestka^{2,3}

¹המחלקה לביוכימיה וביולוגיה מולקולרית, אוניברסיטת המדינה של מישגן, מזרח לנסינג, מישגן, ארצות הברית
²המכון לטוקסיקולוגיה אינטגרטיבית, אוניברסיטת המדינה של מישגן, מזרח לנסינג, מישגן, ארצות הברית
³המחלקה למדעי המזון ותזונה אנושית, אוניברסיטת המדינה של מישגן, מזרח לנסינג, מישגן, ארצות הברית

סוקרים צעירים

ANNA
גיל: 14



חומצות שומן (Fatty acids)

אבני הבניין של שומן המצויות במזון שאנו אוכלים, בגוף שלנו ובתאים שלנו. ישנם סוגים שונים של חומצות שומן, לרבות חומצות שומן רוויות, חומצות שומן בלתי-רוויות וחומצות שומן רב בלתי-רוויות.

האם אי פעם שמעתם את הביטוי 'אתם מה שאתם אוכלים?' אם תאכלו סופגנייה, כמובן שלא תהפכו בפועל לסופגנייה, אך חתיכות ופיסות ממה שאנו אוכלים כן נעשות חלק מאיתנו! במאמר זה נעסוק באופן שבו חומצות השומן בתאי הגוף האנושי יכולות לסייע להגן עלינו ממחלות שונות, על ידי שליטה בדלקת. בפרט, נתמקד ברכיבי מזון שנקראים חומצות שומן רב בלתי-רוויות מסוג אומגה 3, אשר שכיחות ביותר במזון מן הים. במאמר נסביר לגבי האופן שבו אכילת מזונות עתירי אומגה 3 מגדילה את רמות האומגה 3 בממברנות תאי הגוף, ועשויה להגן כנגד כמה מחלות המקושרות עם דלקת שאינה בשליטה.

היכרות עם חומצות שומן

חומצות שומן מצויות במרבית המזון שאנו אוכלים. הן מהוות חלק מכל תא בגוף, ומשמשות כאבני בניין עיקריות בממברנות התא (איור 1A). חומצות שומן יכולות להיות במגוון מיני צורות וגדלים – חלקן ארוכות, חלקן קצרות, ישנן כפופות ואחרות ישירות. אם תסתכלו על הערכים

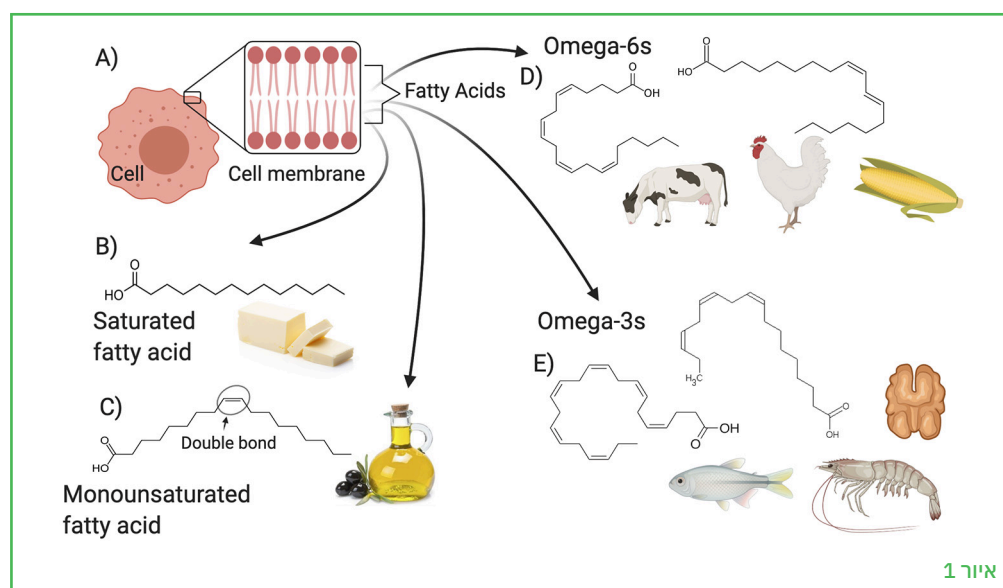
חומצות שומן רב בלתי-רוויות (PUFAs - Polyunsaturated fatty acids)

חומצות שומן עם יותר מקושר כפול אחד.

איור 1

חומצות שומן ומזונות שבהם ניתן למצוא אותן. (A)

חומצות שומן (Fatty Acids) הן חלק חשוב בממברנה של התא (Cell membrane). במבנה הכימי של חומצת שומן רוויה (Saturated fatty acids) אין קשרים כפולים. (C) חומצות שומן חד בלתי-רוויות (Monounsaturated fatty acids) מכילות רק קשר כפול אחד. (D, E) חומצות שומן אומגה 6 (Omega-6s) ואומגה 3 (Omega-3s) הן חומצות שומן רב בלתי-רוויות, כלומר יש להן קשרים כפולים רבים, מה שיוצר כיפופים גדולים יותר במבנים שלהן (נוצר באמצעות BioRender.com).



איור 1

גוף האדם יכול לייצר חומצות שומן רבות בעצמו, אולם ישנן כמה סוגים מיוחדים של חומצות שומן רב בלתי-רוויות שאין ביכולתנו לייצר באופן טבעי—אלה הן חומצות שומן רב בלתי-רוויות אומגה 3 ואומגה 6. שתיהן דומות מאוד זו לזו, אך בעלות צורה מעט שונה, בהתבסס על מיקומי הקשרים הכפולים שלהן. מאחר שחומצות השומן הרב הבלתי-רוויות הללו צריכות להיצרך כחלק מהדיאטה שלנו, הן ידועות בתור **חומצות שומן חיוניות**. חומצות שומן מסוג אומגה 6 מצויות במזונות רבים שמקורם בחיות, כמו עופות ובקר, וכן בצמחים מסוימים, כמו תירס וסויה (איור 1B). חומצות שומן מסוג אומגה 3 שכיחות יותר בחיות ימיות, כמו דגים ושרימפס, ונמצאות בצמחים כמו זרעי פֶּשֶׁתָּה ואגוזי מלך (איור 1C). בעוד שחיוני לצרוך את שני סוגי השומן הללו בדיאטה שלנו, מחקרים הראו כי חשוב מאוד לאזן את כמויות האומגה 3 והאומגה 6 שאנו צורכים במזונותינו.

מסעה של חומצת שומן

כשאנו אוכלים מזונות שמכילים שומן, אנזימים במערכת העיכול מפרקים את השומן לחומצות שומן פרטניות, אשר מועברות לאורך דופן המעיין ונארזות מחדש לטיפות שומן קטנות שמועברות בכל רחבי הגוף. חלק ניכר מהשומן הזה משמש לאנרגיה, אך הוא

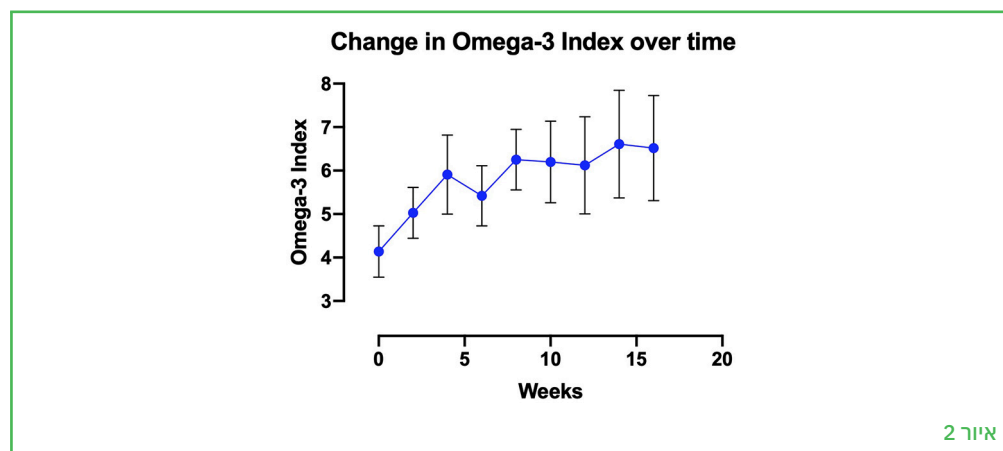
יכול לשמש גם לעיצוב מחדש של ממברנות תאים. הדבר נכון במיוחד עבור חומצות שומן חיוניות. מאחר שאיננו מסוגלים לייצרן בעצמנו, חומצות שומן אומגה 3 ואומגה 6 בממברנת התא צריכות להגיע מהדיאטה שלנו. המשמעות היא שחומצות השומן בהמבורגר שאכלתם לארוחת הצהריים למשל, יכולות להגיע לממברנות התאים שלכם!

אינדקס אומגה 3 (Omega-3 index)

הכמות של EPA ו-DHA, שתי חומצות השומן הרב הבלתי-רוויות אומגה 3 שהן הרווחות ביותר בממברנת תאי הדם האדומים.

איור 2

השינוי באינדקס אומגה 3 לאורך זמן (בשבועות).
אינדקס אומגה 3 מודד את רמות חומצות השומן הרב הבלתי-רוויות מסוג אומגה 3 בממברנת תאי הדם האדומים. אינדקס זה נמדד אצל אנשים שהוסיפו לדיאטה השבועית שלהם ארבע מנות של דג. שינוי זה העלה באופן משמעותי את אינדקס האומגה 3 שלהם. המשמעות היא כי חומצות השומן הרב הבלתי-רוויות אומגה 3 שנצרכו במסגרת הדיאטה, הגדילו את כמות חומצות השומן הרב הבלתי-רוויות אומגה 3 בממברנות התאים של אותם אנשים [קרדיט לאיור: Harris et al. [1]- טבלה 1].



איור 2

דלקת וחומצות שומן

מחקרים הראו כי העלאת רמות חומצות השומן אומגה 3 בממברנות תאי הגוף עשויה להגן עלינו או לסייע בהפחתת תסמיני מחלות מסוימות. לדוגמה, מדענים גילו כי העלאת אינדקס אומגה 3 עשויה להפחית את הסיכון למוות בחולי מחלות לב, ולהפחית נפיחות בפרקים בחולי דלקת מפרקים שיגרנית [2,3]. דבר משותף למחלות אלה הוא **דלקת**, שיכולה להיות מופחתת על ידי חומצות שומן אומגה 3.

במקרים רבים, דלקת היא דבר טוב ורצוי [4] – תהליך המתרחש כאשר מערכת החיסון נלחמת כנגד זיהום. האם אי פעם חָדַר לגופכם שָׁבֵב עֵץ, והבחנתם בכך שהאזור נפוח, אדום יותר משאר העור, ואולי מעט כואב? זוהי דלקת! מערכת החיסון פועלת קשה כדי להילחם בכל החיידקים שייתכן שנכנסו לגופכם כששבב העץ חָדַר לעורכם. באופן תקין, לאחר שמערכת החיסון שלכם חיסלה את אֵיִים הזיהום, האזור יירפא ויחזור למצב רגיל. לרוע המזל, לעיתים התהליך הזה משתבש והדלקת עלולה להמשיך כאשר אינה הכרחית. מצב זה מכונה דלקת כרונית, ועלולות להילוות אליו השפעות שליליות רבות, בהן נזק קבוע לרקמה. עם הסיכונים הרפואיים שעלולים להיגרם עקב כך נמנים מחלת לב; דלקת פרקים, ואפילו סוגים מסוימים של סרטן המקושרים לדלקת כרונית. זו הסיבה לכך שחשוב מאוד לשמור על הדלקת בשליטה.

דלקת (Inflammation)

הפעלת מערכת החיסון להילחם כנגד זיהום. מאמינים כי דלקת כרונית – דלקת הממשיכה כאשר כבר אינה חיונית, תורמת להתפתחות מחלות רבות.

מדענים הראו כי אינדקס אומגה 3 גבוה יכול לסייע להגן עלינו כנגד דלקת כרונית או בלתי נשלטת. בפרט, חשוב לשמור על איזון תקין בין חומצות שומן אומגה 3 ואומגה 6 בדיאטה, כדי לשמור על רמות בריאות של חומצות שומן אומגה 3 בממברנות התאים. זכרו כי תזונה סובבת סביב איזון: איננו מעוניינים לצרוך רק חומצות שומן אומגה 3, לכן עלינו לנסות לצרוך הן חומצות שומן אומגה 3 הן חומצות שומן אומגה 6, תוך הקפדה על יחס בריא ביניהן. מדענים ממליצים שגאכל כמות הגדולה רק פי שניים של חומצות שומן אומגה 6 ביחס לחומצות שומן אומגה 3, אך מעריכים כי מרבית האמריקאים צורכים יותר מפי 20 פעמים יותר חומצות שומן אומגה 6 ביחס לחומצות שומן אומגה 3 (איור 3)! חוסר איזון זה עלול לתרום למחלות דלקת כרונית, השכיחות בקרב אנשים שצורכים דיאטה מערבית [5].

איור 3

היחס בין חומצות שומן אומגה 6 לחומצות שומן אומגה 3 – רצוי מול מצוי.

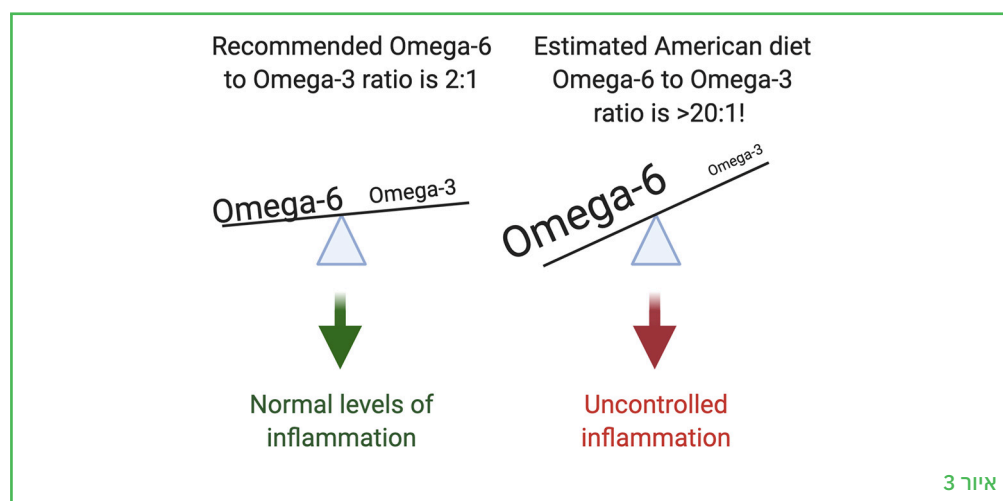
מרבית הדיאטות של אמריקאים מתאפיינות בחוסר איזון מהותי בין חומצות שומן אומגה 6 וחומצות שומן אומגה 3. היחס התקין בין שני סוגי חומצות שומן אלה יכול לשמור על הדלקת בשליטה (Normal levels of inflammation), אך כאשר יחס זה נוטה במידה רבה לכיוון חומצות שומן אומגה 6, הדלקת אינה בשליטה (Uncontrolled inflammation) ועולה שכיחותן של מחלות דלקתיות כמו למשל מחלות לב; אסתמה ודלקת פרקים (נוצר באמצעות BioRender.com). כותרת חלקו השמאלי של האיור: היחס המומלץ בין חומצות שומן אומגה 6 וחומצות שומן אומגה 3 הוא 2:1 כותרת חלקו הימני של האיור: היחס המוערך בין חומצות שומן אומגה 6 וחומצות שומן אומגה 3 בדיאטות של אמריקאים עומד על 20:1 >.

מטבוליטים (Metabolites)

מולקולות קטנות שמיצרות או מצויות בשימוש כאשר הגוף מפרק מזון, תרופות, כימיקלים, או רקמות של עצמו.

מיקרוביוטת מעיים (Gut microbiota)

המיקרואורגניזמים שחיים בתוך מערכת הקיבה והמעיים.



איור 3

כיצד חומצות שומן אומגה 3 מסייעות להפחית דלקת? זוהי שאלה שמדענים עדיין מנסים להבין, אולם ישנן כמה תגליות שיכולות להסביר זאת [2]. ראשית, הימצאות יותר חומצות שומן אומגה 3 בממברנות התאים מאפשרת לתאים לייצר יותר **מטבוליטים** שמופקים מאומגה 3. רבים מהמטבוליטים יכולים לכבות את התגובה הדלקתית ולהפעיל את תגובת הריפוי שמסייעת לרקמה או לתא לתקונזק שנגרם עקב הדלקת. דרך אחרת שבה חומצות שומן אומגה 3 מפחיתות דלקת עשויה להיות באמצעות שינויים בסוגים ובכמויות של מיקרואורגניזמים שחיים במעיים, אשר נקראים **מיקרוביוטת מעיים**. ידוע כי מה שאנו בוחרים לאכול משפיע על המיקרואורגניזמים שחיים במעיים, וכי אורגניזמים אלה יכולים להשפיע על בריאותנו. מדענים מצאו כי צריכת חומצות שומן אומגה 3 משנה את סוגי המיקרואורגניזמים במעיים, אך עדיין לא ידוע בדיוק כיצד שינויים אלה במיקרוביוטה משפיעים על דלקת [6]. אלה הן רק שתיים מבין מגוון דרכים אפשריות שבהן חומצות שומן אומגה 3 יכולות להגן עלינו מפני דלקת.

מסקנות

דנו באופן שבו עלייה באינדקס אומגה 3 מקושרת עם סיכון מופחת למחלות מסוימות, מאחר שחומצות שומן אומגה 3 יכולות להגן כנגד דלקת. אך ההשלכות רחבות יותר – אינדקסי אומגה 3 גבוהים מקושרים עם סוגים שונים של תועלות בריאותיות המשפיעות הן על מבוגרים הן על ילדים, לרבות שינה טובה יותר והתאוששות מהירה יותר של השרירים

לאחר אימונים. חשוב לציין כי ביכולתנו לשפר את אינדקס אומגה 3 של הגוף על ידי ביצוע בחירות בריאות לגבי סוגי השומן שאנו צורכים. אכילת דיאטה עשירה בחומצות שומן אומגה 3 משמעותה שגופנו מועשר באומגה 3. כשמדובר על חומצות שומן חיוניות, אתם באמת מה שאתם אוכלים, ויש לכך השפעה ישירה על בריאותכם!

מקורות

1. Harris, W. S., Pottala, J. V., Sands, S. A., and Jones, P. G. 2007. Comparison of the effects of fish and fish-oil capsules on the n 3 fatty acid content of blood cells and plasma phospholipids. *Am. J. Clin. Nutr.* 86:1621–5. doi: 10.1093/ajcn/86.5.1621
2. Calder, P. C. 2017. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochem. Soc. Trans.* 45:1105–15. doi: 10.1042/BST20160474
3. O'Keefe, E. L., Harris, W. S., DiNicolantonio, J. J., Elagizi, A., Milani, R. V., Lavie, C. J., et al. 2019. Sea change for marine omega-3s: randomized trials show fish oil reduces cardiovascular events. *Mayo Clin Proc.* 94:2524–33. doi: 10.1016/j.mayocp.2019.04.027
4. Montero-Melendez, T. 2018. May inflammation be with you! *Front Young Minds.* 6:51. doi: 10.3389/frym.2018.00051
5. Simopoulos, A. P. 2016. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients.* 8:128. doi: 10.3390/nu8030128
6. Menni, C., Zierer, J., Pallister, T., Jackson, M. A., Long, T., Mohny, R. P., et al. 2017. Omega-3 fatty acids correlate with gut microbiome diversity and production of N-carbamylglutamate in middle aged and elderly women. *Sci Rep.* 7:11079. doi: 10.1038/s41598-017-10382-2

פורסם אוליין: 27 בנובמבר 2023

נערך על ידי: Kelly Westlake

מנחים מדעיים: Adam Joseph Kleinman

ציטוט: JJ Pestka ו KA Wierenga (2023) אתם מה שאתם אוכלים – אומגה 3, חומצות שומן ודלקת. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.601068-he

תורגם והתאם מ: Wierenga KA and Pestka JJ (2021) Omega-3 Fatty Acids and Inflammation—You Are What You Eat! *Front. Young Minds* 9:601068. doi: 10.3389/frym.2021.601068

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2023 Wierenga | Pestka. 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

ANNA, גיל: 14

אני תלמידה באזור פיטסבורג, פנסילבניה, ארצות הברית. אוהבת להשתתף באולימפיאדת מדע; לבלות עם חבריי; לשחק לקרוס; להאזין למוזיקה ולעסוק באומנות. אני גם אוהבת לטייל, וביקרתי במקומות רבים בעולם. היעדים המועדפים עליי הם פריז, דרום אפריקה ואוסטרליה. אני נהנית ממזון איכותי, ומכורה לצילום תמונות של שקיעות.

הכותבים

KATHRYN A. WIERENGA

Kate היא דוקטורנטית באוניברסיטת המדינה של מישגן. תמיד נהנתה ללמוד ביולוגיה, במיוחד על מערכת החיסון. היא עובדת במעבדה של דוקטור Petska, שם היא חוקרת כיצד חומצות שומן אומגה 3 מגינות עלינו כנגד דלקת. בזמנה הפנוי, Kate נהנית מכל פעילות בחוץ, במיוחד מריצה! royerkat@msu.edu*

JAMES J. PESTKA

James J. Pestka הוא חוקר באוניברסיטת מישגן. במסגרת המחקר במעבדתו הוא בוחן כיצד דברים שאנו חשופים אליהם בסביבה משפיעים על מערכת החיסון ועל התפתחות מחלות אוטואימוניות. מחקרים שנערכו במעבדתו מצאו כי חומצות שומן אומגה 3 יכולות להגן על חיות מפני דלקת שנגרמת על ידי שאיפת אבק רעיל של צ'רן דו-חמצני. בזמנה הפנוי, הוא נהנה לבלות בשיט בקיאק על אגם הורון שליד מישגן.



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