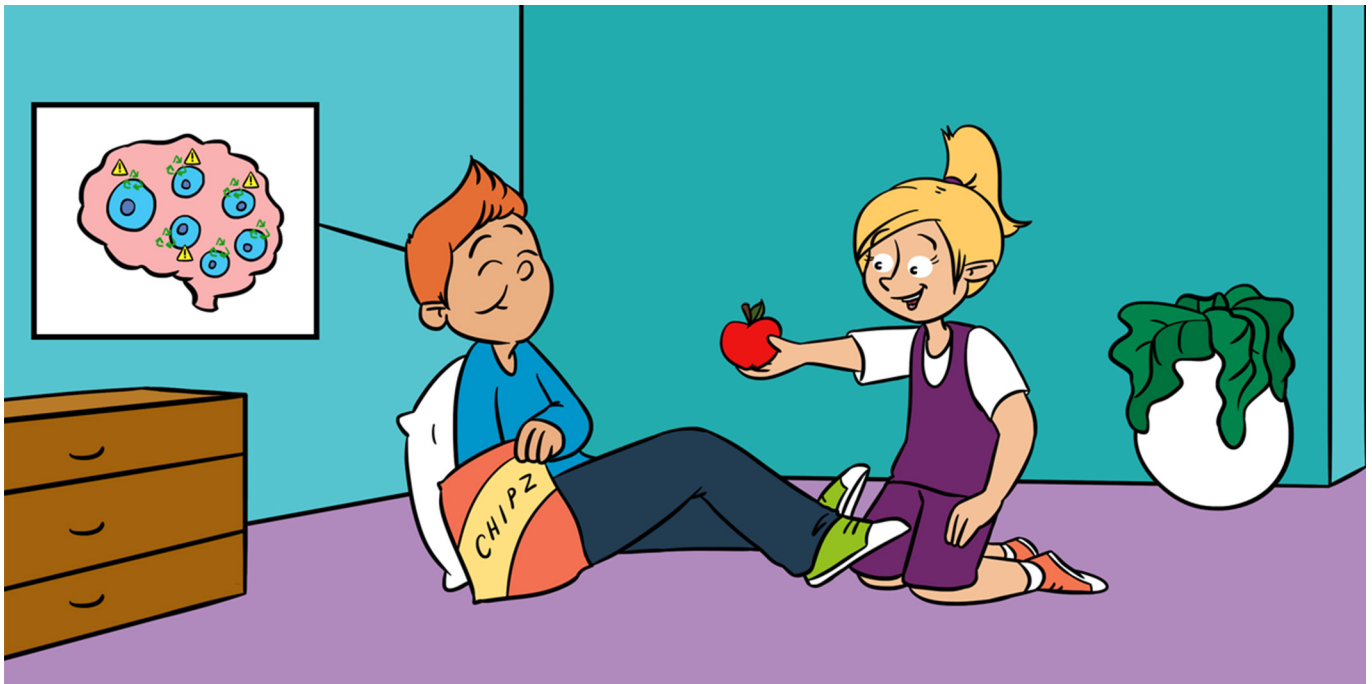




מערכת המְחָזֵר בתאים המסייעת למנוע השְמָנֶת-יָתֵר

Carla Narro[†], Patricia Rivera[†] | Eugenia Morselli^{*}

המעבדה לאוטופגיה ולחילוף חומרים, המחלקה לפיזיולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, האוניברסיטה האפיפיורית הקתולית של צ'ילה, סנטיאגו דה צ'ילה, צ'ילה

סוקרים צעירים

JOSEPHINE
גיל: 10

FABIO
גיל: 16

אוטופגיה (Autophagy)

התהליך התאי שאוסף מרכיבי תא בלתי נחוצים או ישנים כדי לסלקם באמצעות תהליך של המְעָטָה, או כדי למחזר אותם ולבנות מהם מרכיבי תא חדשים.

ציטופלזמה (Cytoplasm)

נוזל שקוף בעל מרקם צמיגי המהווה את המְסָה העיקרית של תא חי.

לתאי הגוף האנושי יש מרכז מְחָזֵר משלהם! התהליך המדהים הזה מכונה אוטופגיה. הוא מאפשר לתאים למחזר את מרכיבי התא כדי לייצר מרכיבים חדשים ולספק אנרגיה להשרדות התא. אם אנו אוכלים יותר מדי מזון עתיר בשומן, תהליך האוטופגיה עלול להתחיל לתפקד באופן לקוי באזורים מסוימים במוח, מה שעלול לתרום להתפתחות השְמָנֶת-יָתֵר. מסיבה זו, חשוב לאכול מזון בריא, כדי שנוכל לשמור על תפקודו הִתְקִין של מנגנון האוטופגיה, וכך למנוע השמנת-יתר!

אוטופגיה: מערכת מְחָזֵר הפסולת של תַּאִינוּ

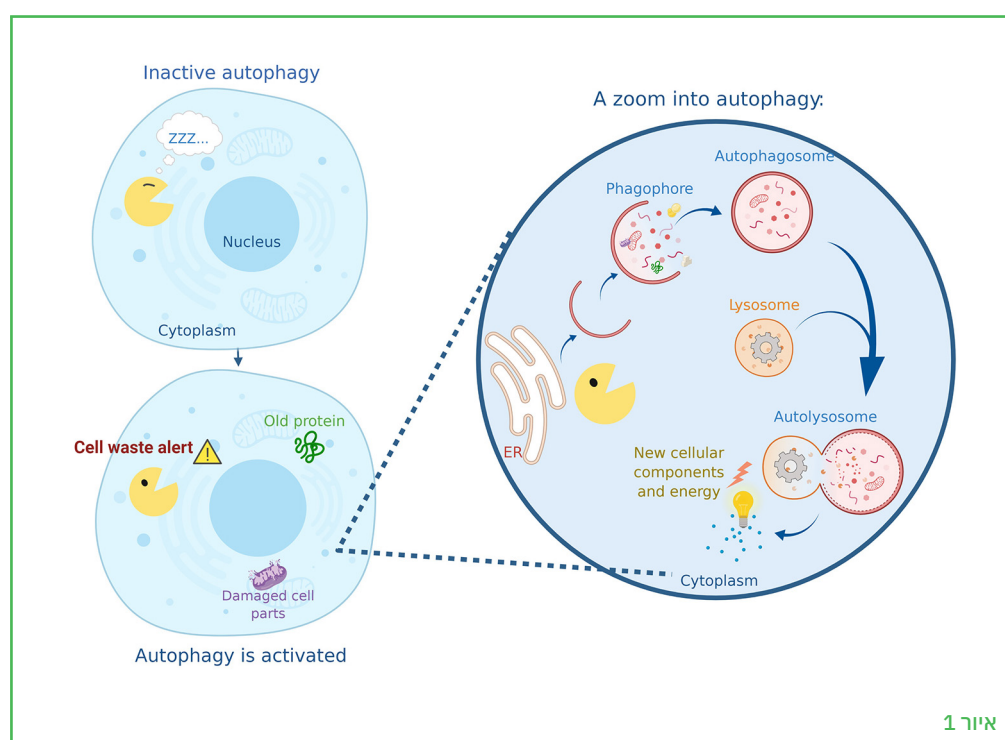
בתוך תאי הגוף מתרחשים תהליכים רבים בו בזמן. מרכיבים רבים של התא פועלים יחד כדי לתחזק את התאים ולשמור על בריאות הגוף. אך מרכיבי התא הללו עלולים להזדקק ולהזדקק להחלפה, או שהם עלולים להינזק בטעות. כשזה קורה, 'התרעת הפסולת' בתוך התאים נדלקת, ותהליך המכונה אוטופגיה נכנס לפעולה. אוטופגיה מתרחשת בציטופלזמה של התאים. תהליך האוטופגיה אוסף פסולת תאית ומשנע אותה למרכז המְחָזֵר של התא,

נָשָׁם נִיתַן לְהִשְׁתַּמֵּשׁ בָּהּ כְּדֵי לִיַּצֵּר אֶנְרְגִיָּה, או כְּדֵי לִיצוֹר מְרִכִּיבֵי תַא חֲדָשִׁים מֵאִלּוּ הַיְּשָׁנִים. לֹא אוֹטוֹפָגְיָה, הַתַּאִים יְמוֹתוֹ מֵהַהִשְׁפָּעוֹת הַשְּׁלִילִיּוֹת שֶׁל הַצְּטָבֵרוֹת פְּסוּלוֹת.

לְתֵהִלֵּךְ הָאוֹטוֹפָגְיָה כְּמֵה שְׁלִבִּים. אוֹמֵנָם לִמְבָּנִים שְׁנוּצָרִים בְּשְׁלִבִּים אִלּוּ יֵשׁ שְׁמוֹת מְסוּבִּכִּים, אֲךָ תוֹכְלוּ לַעֲקוֹב בְּקִלּוֹת אַחֵר תֵּהִלֵּךְ בִּ1. אִיּוֹר. רֵאשִׁית, הַרְשָׁתִית הַתוֹךְ-פְּלִזְמִית שֶׁל הַתַּא תוֹרֵמֶת חֶלֶק מֵהַמְּבָרָנָה (קְרוֹם הַתַּא) שֶׁלָּהּ כְּדֵי לִיצוֹר מְבִנָּה בִּשְׁם פְּגוֹפּוֹר. הַפְּגוֹפּוֹר מֵתְחִיל לַעֲטוֹף אֶת הַפְּסוּלוֹת הַתַּאִית, בְּכֹלֵל זֶה חֲלָקִי תַא פְּגוּמִים אוּ יְשָׁנִים, וְחִלְבוֹנִים. אַזְ, הַפְּגוֹפּוֹר נִסְגֵּר לְחִלּוּטִין סְבִיב הַפְּסוּלוֹת וְיוֹצֵר מְבִנָּה כְּדוּרִי בִּשְׁם אוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם. תוֹכְלוּ לַדְמִיין זֹאת כְּבוֹעֵת סִבּוֹן שְׁנוּצֶרֶת סְבִיב חוֹמְרֵי הַפְּסוּלוֹת הַמִּיּוֹעֵדִים לְמַחְזָר. הָאוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם נֶעַל מִפְּעֵל הַמְּחַזָּר שֶׁל הַתַּא: הַלִּיזְזוֹם. אִיחּוּי הַלִּיזְזוֹם עִם הָאוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם יוֹצֵר אֶת הָאוֹטוֹלִיזְזוֹם – נָשָׁם מֵתְרַחֵשׁ הַקֶּסֶם. חִלְבוֹנִים מְסוּיָמִים מֵהַלִּיזְזוֹם מְפָרְקִים אֶת הַפְּסוּלוֹת הַתַּאִית כְּדֵי לִיַּצֵּר חוֹמְרִים חֲדָשִׁים, הַמְּשֻׁמָּשִׁים לְבִנְיַת מְרִכִּיבֵי תַא חֲדָשִׁים וְלִיצוֹר אֶנְרְגִיָּה.

איור 1

אוֹטוֹפָגְיָה בַּפְּעוּלָה. 'אִישׁ הָאוֹטוֹפָגְיָה' (הַפְּרָצוֹף הַצְּהוּב בַּאִיּוֹר) מֵתְעוֹרֵר כֹּאשֶׁר יֵשׁ לוֹ מְשִׁימָה: לֹאֲסוֹף פְּסוּלוֹת תַּאִית וּלְשַׁנֵּעַ אוֹתָהּ לְמֶרְכֶּז הַמְּחַזָּר. הוּא מֵתְחִיל לְלַכּוֹד חֲלָקִי תַא פְּגוּמִים וְחִלְבוֹנִים מְזַדְקָנִים אֶל תוֹךְ הַפְּגוֹפּוֹר שְׁלוֹ, וְאֵז עוֹטֵף אוֹתָם בְּמִמְבְּרָנָה כְּפוּלָה הַנִּקְרָאת אוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם. כֹּאשֶׁר הָאוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם מֵתְמַלֵּא בְּחוֹמֵר שִׁישׁ לְסִלֵּק, הוּא מְגִיעַ לִלִּיזְזוֹם וּמֵתַאחֶה עִימוֹ, וְכֵן נּוֹצֵר מְבִנָּה חֲדָשׁ בִּשְׁם אוֹטוֹלִיזְזוֹם. נָשָׁם מֵתְרַחֵשׁ פִּירוֹק הַמְּטָעוֹן, שֶׁתּוֹצֵאֹתָיו הֵן יִיצוֹר אֶנְרְגִיָּה וְהַפְּקַת מְרִכִּיבֵי תַא חֲדָשִׁים. מְקֵרָא: אוֹטוֹפָגְיָה לֹא פְעִילָה. Nucleus = גִּרְעִין הַתַּא; Cytoplasm = צִיטוֹפְלָזְמָה. הָאוֹטוֹפָגְיָה נִכְנָסֶת לַפְּעוּלָה. הַתְּרַעַת פְּסוּלוֹת תַּאִית; חִלְבוֹן יְשָׁן; חֲלָקִי תַא פְּגוּמִים. מְבַט מְקֵרֹב עַל הָאוֹטוֹפָגְיָה: ER (Endoplasmic Reticulum) = הַרְשָׁתִית הַתוֹךְ-פְּלִזְמִית; Phagophore = פְּגוֹפּוֹר; Autophagosome = אוֹטוֹפּוֹגוֹזוֹם; Lysosome = אוֹטוֹלִיזְזוֹם; Autolysosome = אוֹטוֹלִיזְזוֹם; New cellular components and energy = מְרִכִּיבֵי תַא חֲדָשִׁים וְאֶנְרְגִיָּה; Cytoplasm = צִיטוֹפְלָזְמָה.



איור 1

הָאוֹטוֹפָגְיָה מְצִילָה אֶת הַתַּאִים שְׁלֹנוּ כֹּאשִׁין אֹכֵל בְּנִמְצָא!

כִּיּוֹן שֶׁהַתַּאִים שְׁלֹנוּ עוֹבְדִים בְּאֹפֶן תְּמִידִי וּמְתִבָּלִים, תֵּהִלֵּךְ הָאוֹטוֹפָגְיָה מֵתְרַחֵשׁ תְּמִיד. עִם זֶה הָאוֹטוֹפָגְיָה עֲשׂוּיָה לַעֲבֹד יוֹתֵר מֵהַרְגִּיל בְּמַצְבִּים מְסוּיָמִים, לְמִשַּׁל כִּשֶּׁהַתַּאִים שְׁלֹנוּ נִמְצָאִים בְּמַצֵּב שֶׁל הֶרְעָבָה אוֹ שֶׁל מַחְסוֹר בְּחוֹמְרֵי הַזֶּנָּה. בְּאֹפֶן רְגִיל, הַגּוֹף וְתַאִיו מְקַבְּלִים אֶנְרְגִיָּה מֵהַמְּזוֹן שֶׁאֵנוּ אוֹכְלִים. חוֹמְרֵי הַהִזְנָה מֵהַפְּחִמִּימוֹת, מֵהַשּׁוּמֵנִים וּמֵהַחִלְבוֹנִים שֶׁאֵנוּ צוֹרְכִים הוֹפְכִים יִשִּׁירוֹת לְאֶנְרְגִיָּה הַנִּדְרָשֶׁת לַתְּפִקּוֹד הַגּוֹף וּלְפַעֲלִיּוֹת גּוֹפִיִּית. אִם אֵין בָּהֶם צוֹרֵךְ מִיִּיד, הֵם מְאוּחְסָנִים בְּתַאִים עַד שֶׁהַגּוֹף זָקוֹק לָהֶם.

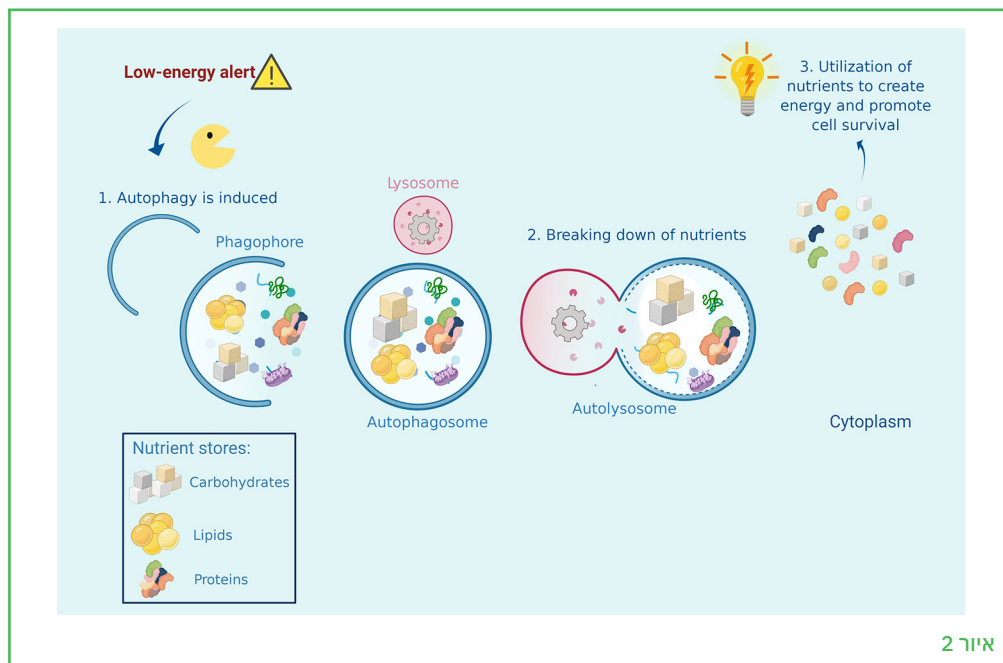
כֹּאשֶׁר אֵנוּ מְדַלְגִּים עַל אֲרוּחוֹת, לְמִשַּׁל בְּתִקּוּפָה שֶׁל צוֹם, אֵינְנוּ מְכִנִּיסִים אֶנְרְגִיָּה וְחוֹמְרֵי הַזֶּנָּה לְתוֹךְ הַגּוֹף. אַז נִדְלָקֶת אֶזְעָקֶת אֶנְרְגִיָּה נִמּוּכָה בְּתוֹךְ תַּאִינוּ, וּמַעֲוֹרֶרֶת אֶת תֵּהִלֵּךְ הָאוֹטוֹפָגְיָה,

המספק את האנרגיה שאינה מגיעה ממזון. תהליך האוטופגיה משיג זאת על ידי פירוק מאגרי חומרי ההזנה של התא, כדי שישמשו לאספקת אנרגיה. במצב חירום זה, האוטופגיה עדיין ממחזרת את פסולת התא, אך מתעדפת את פירוק מאגרי חומרי ההזנה כדי לספק את כמות האנרגיה הדרושה לתאינו. כך, האוטופגיה משמרת את מאגרי האנרגיה בגוף, ומונעת מתאים לגווע ברעב (איור 2) [1].

איור 2

האוטופגיה מסייעת לתאים שחווים רעב או מחסור בחומרי הזנה.

כאשר פועלת בתא התרעת אנרגיה נמוכה, על 'איש האוטופגיה' לאסוף מצבורים של חומרי הזנה בתוך התא, כמו פחמימות, חלבונים וליפידים, ולהביאם אל מרכז המחזור, שם הוא מאקה אותם עם הליזוזום. אז, חומרי ההזנה המפורקים מומרים לאנרגיה שיכולה לשמש להישרדות התא. מקרא (מלמעלה למטה ולפי המספור): התרעת אנרגיה נמוכה! 1. השראת אוטופגיה – פגופור – ליזוזום – אוטופגוזום; 2. פירוק של חומרי מזון – אוטוליזוזום; 3. ניצול של חומרי מזון ליצירת אנרגיה וקידום הישרדות תאים – ציטופלזמה. בתיבה המלבנית – מאגרי של חומרי מזון: פחמימות (קרבוהידריטים) – שומנים (ליפידים) – חלבונים (פרוטאונים).



איור 2

אכילת-יתר עוצרת את האוטופגיה במוח

כעת אנו יודעים שאוטופגיה מזהה את הירידה בחומרי הזנה הנכנסים לגוף, אשר מצביעה על רעב. חשוב לציין כי האוטופגיה מזהה גם אכילת-יתר! מה קורה כשאנו אוכלים יותר מדי? אם אנו צורכים יותר מזון מהנדרש לגוף, תהליך האוטופגיה יכול להשתבש, מה שעלול לגרום להתפרצות של השמנת-יתר. זה דבר מדאיג, משום שכיום השמנת-יתר מוכרת כמגפה במדינות מסוימות. הדו"ח האחרון של ארגון הבריאות העולמי (WHO) קובע כי בשנת 2016, 39% מהמבוגרים ברחבי העולם היו בעלי משקל עודף, וכ-13% מאוכלוסייה זו לקו בהשמנת-יתר, כשהמספרים הללו עולים מדי שנה!

שומנים רוויים (Saturated Fats)

סוג לא בריא של שומן הנמצא במזון, אשר אם מפרזים באכילתו עלול לגרום לכמה מחלות.

היפותרלמוס (Hypothalamus)

אזור במוח המווסת את מחזורי השינה (מתי לישון); חום הגוף; צריכת המזון (מתי לאכול ומתי להפסיק לאכול), ותפקודים אחרים של מערכת העצבים.

כדי להבין את יחסי הגומלין בין אוטופגיה להשמנת-יתר, עלינו לדעת ראשית כי אחד הגורמים העיקריים שתורמים להגברת שיעורי השמנת-יתר הוא צריכה מוגזמת של מזון העשיר בשומן רווי. ריכוז גבוה מדי של שומנים רוויים בגוף עלול לגרום למחלות שונות. שומנים רוויים שמקורם במזון עתיר בשומן עשויים להצטבר במוח ולהשפיע על תפקודו [2-4]. נתמקד כעת בהיפותרלמוס, אזור במוח המעורב בוויסות התיאבון. כאשר שומנים רוויים מצטברים בתאי ההיפותרלמוס, הוויסות הרגיל של התיאבון אובד.

כיצד זה מתרחש? בהיפותרלמוס, יש קבוצה של תאי מוח מסוימים שבאופן תקין יודעים מתי אנו רעבים או שבעים, כיוון שהם מקבלים מידע מן המחלקים האחרים בגוף דרך שליחים כימיים,

אינסולין (Insulin)

הורמון (מולקולת איתות) המשתחרר מהלבלב אל תוך זרם הדם לאחר אכילה, וגורם להיפותרמוס לשלוח את אות השובע – 'אני מלא'.

שובע (Satiety)

התחושה שאנו מלאים, המצביעה על כך שלגוף אין צורך מיידי לאכול.

איור 3

האוטופגיה מוסתת את כמות המזון שבעלי החיים אוכלים. (A) בתנאים רגילים, אכילה מעוררת שחרור של אינסולין מהלבלב. כאשר ההיפותרמוס מקבל את האות המועבר באמצעות האינסולין, הוא מבין שהגוף קיבל מספיק מזון, ותאי מוח מיוחדים שולחים את האות – 'הפסיקו לאכול'.

מקרא (נגד כיוון השעון): דיאטה בריאה: מזון – בריא/מאוזן – היפותרמוס – 'איש האוטופגיה' בפעולה – תאי מוח – אות השובע.
Pancreas = לבלב;
Stomach = קיבה;
Insulin = אינסולין.

(B) אכילת מזונות עתירי שומן גורמת להצטברות שומנים רוויים במוח. השומן המצטבר הזה מדכא את כוחות-העל של 'איש האוטופגיה', ותאי המוח מאבדים את היכולת לזהות את אות האינסולין. דבר זה גורם לעכברים לאכול יותר מהדרוש להם.

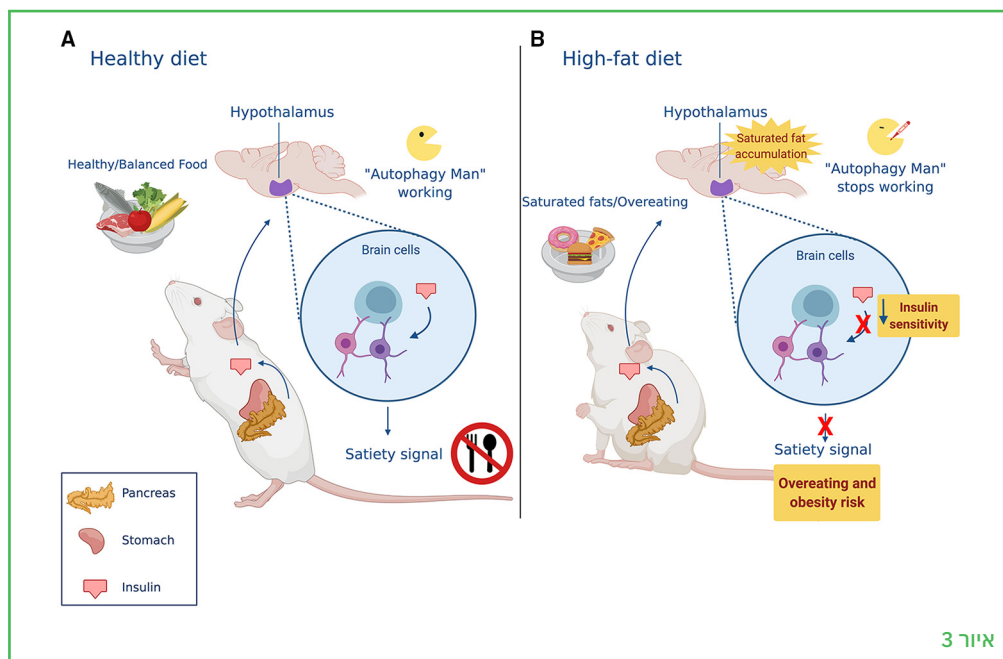
מקרא (נגד כיוון השעון): דיאטה עתירה בשומן: שומנים רוויים/אכילת-יתר – היפותרמוס: הצטברות של שומנים רוויים – 'איש האוטופגיה' מפסיק לפעול – תאי מוח: רגישות לאינסולין – אות השובע: אכילה עודפת וסיכון להשמנת-יתר.

חומצה פלמיטית (Palmitic Acid)

זהו השומן הרווי הנפוץ ביותר. מצוי במזונות כמו בשרים, גבינות, שמנים המופקים מירקות ועוד.

כמו **אינסולין**. כשאנו אוכלים, האינסולין משתחרר מהלבלב ונע בדם אל המוח, וכך מיידיע את התאים בהיפותרמוס שהגוף צריך מספיק אוכל. בתגובה לאינסולין, ההיפותרמוס מייצר את **השובע** ('אני מלא!'), שגורם לנו להפסיק לאכול.

כיוון שמסובך לחקור את המוח בבני אדם, מדענים, כמונו, חקרו עכברים במטרה להבין כיצד שומנים רוויים משפיעים על אוטופגיה במוח, וכך משנים את ויסות התיאבון. למידע נוסף בנושא, ראו המאמר: '**מעכברים לבני אדם: חקר השמנת-יתר**' [5]. הבחנו כי כאשר עכברים צורכים מאכלים עתירי שומן באופן ממושך (במהלך 16 שבועות), שומנים רוויים מצטברים במוחותיהם [6]. אוטופגיה מתרחשת כדי לנסות לשמור על השליטה ברמות השומן. דמיינו את האוטופגיה בקרב כנגד הצטברות שומן, נלקחת במטרה לפרק מאגרי שומן עודפים. למרבה הצער, אם יש יותר מדי שומן, האוטופגיה מפסידה. ברגע שזה קורה, האוטופגיה נעצרת, כלומר, היא כבר אינה מסוגלת להילחם כנגד הצטברות השומן. עם הזמן, הצטברות שומן גורמת נזק לתאי מוח, ופוגעת ביכולתם לחוש באינסולין, כך שההיפותרמוס כבר לא מספק את אות השובע [7]. כתוצאה מכך, האדם צורך יותר ויותר מזון, מה שמוביל בסופו של דבר להשמנת-יתר (איור 3).



איור 3

יש מגוון סוגים של שומנים רוויים, ואיננו יודעים אם כולם יכולים 'לכבות' את האוטופגיה בהיפותרמוס. במעבדה שלנו, בדקנו את **החומצה הפלמיטית**, שהיא השומן הרווי הנפוץ ביותר המצוי במזונות עתירי שומן. ניתן למצוא חומצה פלמיטית במזונות כמו בשר אדום; מוצרי חלב; חמאה ושמן דקלים. בניסויים שערכנו השתמשנו בתרבויות של תאי היפותרמוס במטרה להראות כי חומצה פלמיטית עוצרת את האוטופגיה, ומפחיתה את יכולת התאים לזהות אינסולין [8].

מה בנוגע לעתיד?

אוטופגיה היא תהליך חיוני בכל התאים. אומנם תפקודו העיקרי הוא פירוק פסולת תאית, אך תהליך זה גם מווסת את התגובה התאית לחומרי הזנה. לסיכום, צריכת מזונות עתירי שומן גורמת להצטברות שומנים רוויים במוחותיהם של עכברים, ובולמת את האוטופגיה בתאי ההיפותלמוס. כאשר האוטופגיה פוסקת, תאי המוח הללו כבר לא יכולים להגיב לאינסולין, או לשחרר את אות השובע. אנו משערים כי אותו הדבר קורה בבני אדם [5], אולם יש צורך במחקר עתידי כדי לאשר שזהו המצב.

צריכה מופרזת של שומנים רוויים מזיקה לבריאותנו. הטיפולים הקיימים כיום בהשמנת-יתר אינם מביאים בחשבון את התפקיד ששומנים רוויים, כמו חומצה פלמיטית, עשויים למלא. יתרה מזו, הטיפולים בהשמנת-יתר אינם משקללים את תפקידה של האוטופגיה. חוסר ההתחשבות בתהליכים המהותיים הללו עשוי להסביר את היעילות המוגבלת של טיפולים רבים בהשמנת-יתר. בקרב חיות זוהו תרופות שיכולות לסייע בטיפול בהשמנת-יתר על ידי ייסות האוטופגיה, ונערכים ניסויים במטרה לקבוע אם התרופות הללו פועלות גם בבני אדם. עלינו להבין לחלוטין כיצד שומנים רוויים משפיעים על האוטופגיה בתאי המוח המווסתים תיבון. אז, ייתכן שנוכל לפתח טיפולים חדשים שיסייעו לאוטופגיה לפעול טוב יותר כאשר מצטבר שומן במוח. טיפולים כאלה עשויים להציל את חייהם של רבים, ויוכלו לסייע בהאטת מגפת השמנת-יתר, המהירה בעולם.

תודות

עבודה זו מומנה בעזרת מענקים מטעם הקרן הלאומית לפיתוח מדעי וטכנולוגי, עבודה זו מומנה בעזרת מענקים מטעם הקרן הלאומית לפיתוח מדעי וטכנולוגי, EM-1200499 FONDECYT ל-EM, ובסיוע CONICYT PIA 172066 ל-EM. ליצירת האיורים נעשה שימוש בתוכנת BioRender. הכותבים מודים לכל צוות מעבדת Morselli על הביקורות והדיונים הבונים.

מקורות

1. Kim, K. H., and Lee, M. S. 2014. Autophagy—a key player in cellular and body metabolism. *Nat. Rev. Endocrinol.* 10:322. doi: 10.1038/nrendo.2014.35
2. Karmi, A., Iozzo, P., Viljanen, A., Hirvonen, J., Fielding, B. A., Virtanen, K., et al. 2010. Increased brain fatty acid uptake in metabolic syndrome. *Diabetes* 59:2171–7. doi: 10.2337/db09-0138
3. Valdearcos, M., Robblee, M. M., Benjamin, D. I., Nomura, D. K., Xu, A. W., and Koliwad, S. K. 2014. Microglia dictate the impact of saturated fat consumption on hypothalamic inflammation and neuronal function. *Cell Rep.* 9:2124–38. doi: 10.1016/j.celrep.2014.11.018
4. Morselli, E., Criollo, A., Rodriguez-Navas, C., and Clegg, D. J. 2014. Chronic high fat diet consumption impairs metabolic health of male mice. *Inflamm Cell Signal.* 1:e561.
5. Weiskirchen, S., Weiskirchen, R., and Weiper, K. 2020. From mice to humans: the study of obesity. *Front. Young Minds.* 8:92. doi: 10.3389/frym.2020.00092

6. Rodriguez-Navas, C., Morselli, E., and Clegg, D. J. 2016. Sexually dimorphic brain fatty acid composition in low and high fat diet-fed mice. *Mol. Metab.* 5:680–9. doi: 10.1016/j.molmet.2016.06.014
7. Meng, Q., and Cai, D. 2011. Defective hypothalamic autophagy directs the central pathogenesis of obesity via the I κ B kinase β (IKK β)/NF- κ B pathway. *J. Biol. Chem.* 286:32324–32. doi: 10.1074/jbc.M111.254417
8. Hernández-Cáceres, M. P., Toledo-Valenzuela, L., Díaz-Castro, F., Ávalos, Y., Burgos, P., Narro, C., et al. 2019. Palmitic acid reduces the autophagic flux and insulin sensitivity through the activation of the free fatty acid receptor 1 (FFAR1) in the hypothalamic neuronal cell line N43/5. *Front. Endocrinol.* 10:176. doi: 10.3389/fendo.2019.00176

פורסם אונליין: 23 באפריל 2025

נערך על ידי: Kylie Belchamber

מנחים מדעיים: Oliver Distler | Claudia Mazzarella

ציטוט: Narro C, Rivera P | Morselli E (2025) מערכת המחזור בתאים המסייעת למנוע השמנת-יתר. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.593935-he

Narro C, Rivera P and Morselli E (2021) The Recycling System in Cells That Helps to Prevent Obesity. *Front. Young Minds* 9:593935. doi: 10.3389/frym.2021.593935

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

זכויות יוצרים: © 2021 Narro, Rivera | Morselli. 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

JOHANNES, גיל: 13

אני מגלה עניין רב במדע ובסקירת מאמרים שכותבים מדענים אמיתיים, אשר יודעים הרבה מאוד על אודות תחומי התמחותם! מאמרים רבים מסבירים לילדים לגבי מחלות מסוכנות מאוד לאוכלוסייה האנושית, ואני חושב שאלו דברים שחשוב לדעת!

FABIO, גיל: 16

היי, אני Fabio. רבים מכנים אותי בשם המשפחה המצחיק 'מאסטר בכימיה', כי אני מבצע ניסויים מטורפים. בזמני הפנוי, אוהב ללכת עם הוריי לחופים היפהפיים הנמצאים בקרבת עירי.



הכותבים

CARLA NARRO

אני ביולוגית מִפְּרֹז העובדת בימים אלו כעוזרת מחקר במעבדה לאוטופגיה ולחילוף חומרים באוניברסיטה האפיפיורית הקתולית של צ'ילה. בקרוב אתחיל את התוכנית לתואר השני במדעי החיים ובבריאות. מעניין אותי להבין כיצד שינוי בתהליכים תאיים מוביל להתפתחות מחלות. בזמני הפנוי, אני אוהבת לרוץ ולהתחבר לטבע דרך מחנאות וטיולים רגליים.

PATRICIA RIVERA

אני ביוכימאית העובדת בימים אלו כעוזרת מחקר במעבדה לאוטופגיה ולחילוף חומרים באוניברסיטה האפיפיורית הקתולית של צ'ילה, בסנטיאגו דה צ'ילה. בעקבות השמנת-היתר הגוברת בעולם, אני מתעניינת מאוד במחקר תהליכים תאיים המושפעים מצריכת מזונות עתירי שומן. בתָּזָה במסגרת התואר הראשון חקרתי את הנזק הנגרם לכליות בשל השמנת-יתר, וכעת אני חוקרת כיצד חומצות שומניות משפיעות על האוטופגיה בתאי עצב של ההיפותלמוס. מחוץ למעבדה, אני נהנית לעסוק בצילום, לנגן בגיטרה ולטייל בעולם.

EUGENIA MORSELLI

אני ביוטכנולוגית העובדת בימים אלו כפרופסורית חברה באוניברסיטה האפיפיורית הקתולית של צ'ילה, בסנטיאגו דה צ'ילה. המחקר שאנו מפתחים במעבדתנו מתמקד בניסיון להבין כיצד צריכת מזונות עתירי שומן משפיעה על האוטופגיה ומובילה להשמנת-יתר. באמצעות הִיָּדָע הזה, אנו מבקשים לבסס שיטות טיפול חדשות בהשמנת-יתר ובמחלות הקשורות אליה. נוסף על תשוקתי למדע אני אוהבת לעסוק בגינון, לבשל ולטייל בעולם. *emorselli@bio.puc.cl

† מִחְבָּרֹת אלה תרמו לעבודה זו באופן שווה.

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



הוצאת פרונטירס מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת
שעשוע
Shashua Family Foundation