

קראו את הטקסט, וענו על השאלות שאחרינו.

## כיצד מגיב הגוף לסביבת החלל?

מעובד על פי ד"ר עידו מגן, "מכון דוידסון למדע", ספטמבר 2016.



בתחילת מרץ 2016 חזר לכדור הארץ האסטרונאוט סקוט קלי, ששבר את שיא השהייה הרצופה של אסטרונאוט אמריקאי בחלל – 340 ימים. מטרת המשימה שלו בתחנת החלל הבינלאומית הייתה להבין טוב יותר איך גוף האדם מגיב לסביבת החלל הקשה ומתאים את עצמו אליה, במטרה להתכונן למשימות מחקר מאוישות לירח, כנראה גם לאסטרואידים ולבסוף למאדים ולהפחית את הסיכונים הצפויים במשימות כאלה. איך מגיב הגוף לסביבת החלל, אלו בעיות נגרמות בה וכיצד אפשר להתמודד איתן?

5

### ההשפעות הבריאותיות של שהייה בחלל

ההבדל העיקרי בין החלל לבין כדור הארץ הוא הכבידה הנמוכה מאוד בחלל, שגורמת לתחושה של חוסר משקל או חוסר כבידה, הנובעת מכך שהחללית או תחנת החלל שבה נמצא האסטרונאוט נמצאת בנפילה חופשית כלפי מרכז כדור הארץ. נפילה חופשית היא תנועה של גוף בהשפעת כוח הכבידה בלבד. כיוון שהמעבורת או תחנת החלל נעות סביב כדור הארץ רק בהשפעת כוח הכבידה (אין התנגדות של האוויר בחלל), ניתן לומר שהן נמצאות בנפילה חופשית. הסיבה לכך שהן אינן "נופלות" אלא נעות במסלול מעגלי היא, שכוח הכבידה מאונך לכיוון המהירות ההתחלתית שמוקנית להן, כך שהוא משנה רק את כיוון המהירות אך לא את גודלה.

10

אסטרונאוטים מתאמנים לתפקד בתנאי חוסר כבידה במטוס שטס במסלול פרבולי מיוחד. האימונים מסייעים להם לתפקד בחלל אך אינם יכולים למנוע את ההשפעות המזיקות של חוסר הכבידה על הבריאות. ממחקרים על אנשים ששהו תקופות ממושכות בתחנות חלל עולה שחלק מההשפעות הן זמניות ואחרות ארוכות-טווח.

15

חשיפה קצרה לחוסר משקל גורמת ל"תסמונת ההסתגלות לחלל" או "מחלת חלל" (Space sickness), שהיא הבעיה הנפוצה ביותר בטיסות חלל. חוסר משקל משפיע על ההתמצאות שלנו במרחב ודורש מאיתנו להתאים רבים מהתהליכים הפיזיולוגיים שלנו לתנאים החדשים – בעיקר תהליכים שמערכת שיווי המשקל שלנו ממלאת בהם תפקיד. כשההתאמה לא מלאה התוצאות הן בחילה, סחרחורת,

20

הקאות, כאבי ראש, עייפות, תחושת חולי כללית, אשליות ראייה וחוסר התמצאות במרחב. כמו כן, חשיפה ארוכת-טווח לחוסר כבידה גורמת לבעיות בריאות מרובות, ביניהן פיזור מחדש של נוזלים ואיבוד מסת עצמות ומסת שריר. לאורך זמן ההשפעות הללו עלולות לפגוע בביצועים של אסטרונוטים, להעלות את הסיכון שייפגעו, להפחית את יכולת קליטת החמצן שלהם ולהאט את פעילות הלב וכלי הדם.

25

### פיזור מחדש של נוזלים

נוזלי הגוף, שהם כ-60 אחוזים ממשקלו, נוטים להצטבר בחלקו התחתון בהשפעת כוח הכבידה, ובמהלך האבולוציה התפתחו מערכות שמאזנות את זרימת הדם ללב ולמוח כשאנו עומדים. המערכות הללו ממשיכות לעבוד גם בהיעדר כבידה, ולכן גורמות לנוזלים להצטבר בחלק העליון. זו הסיבה לפנים הנפוחות של אסטרונוטים. הצטברות הנוזלים בעין גם מטשטשת את ראייתם למשך כמה ימים, עד שהמוח לומד לפצות על כך ולתקן את התמונה. השינוי בפיזור הנוזלים מתבטא גם בבעיות בשיווי המשקל, וכן באובדן חוש הטעם והריח. וחשוב מכך, הוא מניע שרשרת של השפעות מערכתיות שמטרתן להתאים את הגוף לסביבה החדשה, אך יש להן השלכות מסוכנות בחזרה לכדור הארץ. אחת מהן היא "אי סבילות לעמידה", שמתבטאת בחוסר יכולת לעמוד בלי עזרה במשך יותר מעשר דקות ברציפות בלי להתעלף. התופעה נובעת באופן חלקי משינויים בוויסות לחץ הדם על ידי המערכת האוטונומית ואובדן של כ-20 אחוזים מנפח נוזל הדם, מכיוון שבתנאי חוסר כבידה אין צורך בפעילות המערכות ששומרות על לחץ הדם ונוזלי הגוף מתפזרים בצורה אחידה יותר בגוף כולו. ההשפעה הזאת מחמירה ככל שהשהות בחלל מתארכת, אך בתוך כמה שבועות מהנחיתה כולם חוזרים למצב נורמלי.

30

35

40

### דרכי התמודדות עם השפעות חוסר הכבידה

תרופות שמשמשות לטיפול במחלת ים, שנגרמת אף היא מדפוס תנועה שהגוף אינו מורגל בו, יכולות לסייע גם לטיפול במחלת חלל, אולם משתמשים בהן רק לעתים רחוקות כיוון שנוטים להעדיף את ההסתגלות הטבעית במהלך היום-יומיים הראשונים בחלל על פני הנמנום ותופעות לוואי אחרות שמשרות התרופות. עם זאת, כשהאסטרונוטים לובשים חליפת חלל מצמידים לעורם מדבקות נגד בחילה, בכיוון שהקאה בתוך החליפה עלולה להיות קטלנית. חליפות חלל נלבשות על פי רוב בעת השיגור והנחיתה, וכמובן בכל פעילות מחוץ לחללית (הליכת חלל). כדי לאפשר לצוות להסתגל לתנאים בחלל, בדרך כלל לא מתכננים פעילויות מחוץ לחללית או לתחנת החלל בימים הראשונים של המשימה. כך נמנעת הסכנה של הקאה בתוך החליפה והמדבקות הן בדרך כלל רק גיבוי.

45

50

כדי למנוע כמה מההשפעות השליליות של חוסר כבידה על השרירים, ובמיוחד על שריר הלב, תחנת החלל הבינלאומית מצוידת במכשירי ספורט שמאפשרים לבצע פעילות גופנית נגד התנגדות, שמצמצמת את השפעות חוסר הכבידה. כל אסטרונוט נדרש לקיים לפחות שתיים של פעילות גופנית ביממה, שכוללת ריצה על הליכון (הם נקשרים אליו בגומיות כדי לא לרחף), רכיבה על אופני כושר והרמת משקולות, נגד קפיצים כמובן. אסטרונוטים במשימות ממושכות במיוחד לובשים מכנסיים מיוחדים שמפעילים לחץ על עצמות הרגליים ומפחיתים את הירידה בצפיפות העצם.

55

סוכנות החלל האמריקאית נאס"א משתמשת בכלים חישוביים מתקדמים כדי להבין מהי הדרך הטובה ביותר לבלום את ניוון השרירים והעצמות של האסטרונאוטים בשהות ממושכת בסביבה חסרת כבידה. בעיקר נעשה שימוש בהדמיות חישוביות שמעריכות את ההשפעות של תרגול גופני על כוחות פיתול (מומנטים) של מפרקי עצמות, כדי להמליץ על משטרי תרגול מיטביים לאסטרונאוטים.

יש לקוות שהמידע שנאסף על סקוט קלי במהלך שהותו הממושכת בחלל ישפוך אור נוסף על ההשפעות של חוסר כבידה על הבריאות, ויוכל למנוע רבות מהבעיות שאסטרונאוטים נתקלים בהן בשובם לכדור הארץ. הייחוד במשימה שלו הוא משך הזמן הארוך שלה, שמאפשר בדיקה של ההשפעות לטווח ארוך יותר מזה שנחשפו אליו אסטרונאוטים במשימות קודמות.

## השאלות

1. מהי המטרה המרכזית שלשמה האסטרונוט סקוט קלי שהה בחלל?

1.  כדי לשבור שיא חדש.
2.  כדי להבין טוב יותר כיצד גוף האדם מתפקד בחלל כדי למנוע סכנות.
3.  כדי לחקור את החלל וסביבתו.

2. קראו את הפסקה השנייה וענו על השאלות הבאות:

א. מהו ההבדל בין החלל לבין כדור הארץ שגורם לאסטרונוטים לרחף בחלל?

ב. מהי נפילה חופשית?

ג. מדוע תחנת החלל נעה סביב כדור הארץ ולא נופלת?

3. בשורה 20 מופיעה המילה **נפוצה**.

מה פירוש המילה?

1.  שיש הרבה ממנה.
2.  נדירה.
3.  מיוחדת.
4.  מורכבת.

4. מהי המטרה העיקרית של הכותב בהבאת תוצאות המחקר בשורה 17?

- 1  לספר לנו על המצב בשטח.
- 2  להציג עדויות של אנשים ששהו בחלל.
- 3  לחזק את הטענה שמחסור בכוח הכבידה פוגע בבריאות.
- 4  להביא דוגמות לכך שמחסור בכוח הכבידה משפיע על הבריאות.

5. בפסקה השנייה כתוב: " האימונים מסייעים להם לתפקד בחלל אך אינם

יכולים למנוע את ההשפעות המזיקות של חוסר הכבידה על הבריאות."  
**ציינו מהן ההשפעות של חוסר הכבידה על הבריאות.**

---



---



---

6. קראו את הפסקה השישית וענו על השאלות הבאות:

א. מה גורם לשינוי בפיזור הנוזלים בגוף האסטרונוטים?

ב. כיצד מתבטא שינוי זה?

---



---

7. לפניכם צירופי מילים מתוך הטקסט.

כתבו ליד כל צירוף אם הוא **צירוף סמיכות** או צירוף של **שם ותוארו**.

סוג הצירוף	צירוף מילים
	שהייה רצופה
	תחנת החלל
	נפילה חופשית
	כדור הארץ

**8.** קראו את הפסקה השביעית וענו על השאלות הבאות:

**א.** מדוע בדרך כלל לא מתכננים פעילויות מחוץ לחללית או לתחנת החלל בימים הראשונים של המשימה בחלל?

---

---

**ב.** אילו פעולות מבצעים האסטרונאוטים כדי למנוע פגיעה בשרירים?

---

---

**9.** **א. בשורה 43 כתוב:** "..... אולם משתמשים בהן רק לעתים רחוקות"

למה מתייחסת המילה **בהן**?

---

**ב. בשורה 32 כתוב:** "... המערכות הללו ממשיכות לעבוד גם בהיעדר כבידה".

למה מתייחסת המילה **הללו**?

---

**10.** האם לדעתכם, הפסקה האחרונה מתאימה להיות פסקת הסיום?

נמקו את תשובתכם.

---

---

---

