

עדי מרקוזה הס

מערכות גוף האדם

מבנה, תפקוד והומאוסטזיס

עדי מרקוזה-הס
מערכות גוף האדם
מבנה, תפקוד והומאוסטזיס

© 2016 כל הזכויות שמורות
לרכס פרויקטים חינוכיים בע"מ ולמחברת
2016 Printed in Israel

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר
או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר,
כל חלק שהוא מספר זה. שימוש מסחרי, מכל סוג שהוא,
בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט
אלא ברשות מפורשת בכתב מן המו"ל.

רכס פרויקטים חינוכיים בע"מ
ת"ד 75 אבן יהודה 4050000
טלפון 073-2550000 פקס 073-2550055
כתובתנו באינטרנט: www.reches.co.il
E-mail: main@reches.co.il

תמונות בספר:
www.123rf.com
www.fotolia.com
www.istockphoto.com

עשינו כמיטב יכולתנו לאתר את בעלי הזכויות של כל החומר ממקורות חיצוניים.
אנו מתנצלים על כל השמטה או טעות.
אם יובא הדבר לידיעתנו נפעל לתקנו במהדורות הבאות.

מסת"ב 3-184-558-965-978 ISBN

תוכן עניינים

7	פתח דבר
9	פרק ראשון: הסיפור שלנו – האדם כיצור חי
9	מה פירוש הדבר, להיות יצור חי?
12	הומאוסטזיס
15	איך נשמרת הסביבה הפנימית בגופנו?
17	הגוף הוא מערכת-על
18	התאים מאורגנים בגוף ברקמות
18	הרקמות מצטרפות לאיברים, והאיברים בונים מערכות
19	יציבות הסביבה הפנימית בתאים
22	מכירים דיפוזיה
25	נעבור לאוסמוזה
27	ואיך כל זה קשור לתאים?
28	עכשיו העברה פעילה
30	חוזרים לגוף השלם
32	מערכות הגוף – סיור מקדים
35	סיכום הפרק

חטיבה ראשונה – מערכות התחזוקה של הגוף

37	פרק שני: מערכת העיכול מכניסה חומרים לבנייה ולתחזוקת הגוף
39	"תחנות" במערכת העיכול אחראיות לתהליכי עיכול שונים
42	תחנות הפירוק ומה קורה בהן
45	יחס שטח פנים-נפח
47	איך זה קשור אלי?
52	ספיגה חוזרת של מים
55	הכבד משתתף בשמירה על ההומאוסטזיס
60	לכבד את הכבד
61	סיכום הפרק

פרק שלישי: במערכת הנשימה מתקיימים חילופי גזים בין הסביבה החיצונית

63	לסביבה הפנימית
63	נושמים או רק מחליפים גזים?
64	האיברים הפועלים במערכת הנשימה
66	האוויר עובר מהאף אל הקנה ואל הסמפונות, ומהם אל הריאות
69	מנגנון הנשימה: איך אנחנו נושמים?
72	המוח מווסת את פעולת מערכת הנשימה
77	לחץ האוויר משפיע גם הוא על קצב הנשימה
84	סיכום הפרק

פרק רביעי: מערכת ההובלה מתווכת בין כל מערכות הגוף ומעבירה

87	לתאים את צורכיהם
87	גוף רב-תאי זקוק למערכת המקשרת בין כל מערכות הגוף, האיברים והרקמות
89	מבנה הלב, ומה קורה בתוכו
92	הדם זורם בגוף במחזור
97	עורקים, ורידים ונימים – התאמה של מבנה לתפקוד
98	מה קורה כשהלב פועם
100	המכונה המופלאה הזאת, שנקראת לב
101	כמה דם מזרים הלב בדקה? בשעה? הכירו את תפוקת הלב
104	ללב קצב משלו
107	לחץ הדם אחראי לזרימת הדם בגוף
113	זרימת הדם לרקמות כפופה לוויסות בהתאם לפעילותן
116	רקמת הדם – מבנה ותפקוד
117	הפלזמה – נוזל הדם
118	פלזמת הדם ממלאת תפקיד מרכזי בשמירה על ההומאוסטזיס
119	בדיקות דם הן אמצעי לגילוי סטיות מההומאוסטזיס
123	התאים של רקמת הדם
126	הקשירה של ההמוגלובין לחמצן מותנה בתנאי הסביבה
128	בדיקות דם לאבחון מספרם ומצבם של תאי הדם
129	סטיות הדם משתתפות במניעת דימומים
132	סיכום הפרק

137 **הרחבה – מערכת הלימפה וחשיבותה להומאוסטזיס**

137 מהי מערכת הלימפה והיכן היא נמצאת

143 **פרק חמישי: מערכת ההפרשה ותרומתה להומאוסטזיס**

143 מערכת ההפרשה מאזנת את הסביבה הפנימית

144 מבנה מערכת ההפרשה

147 הנפרונים הם יצרני השתן

149 התאמתם של מבנה הנפרון והכליה לתפקידם

149 חשיבות הספיגה החוזרת להומאוסטזיס

156 בדיקות שתן מאפשרות לאבחן חריגות מההומאוסטזיס

157 מהי דיאליזה ואיך היא פועלת

161 סיכום הפרק

165 **פרק שישי: גוף האדם מצויד במערכות הגנה המגנות עליו מגורמים זרים**

165 קו ההגנה הראשון של הגוף – העור ואמצעים נוספים

167 קו ההגנה השני של הגוף – תאים הבולעים גורמים זרים

170 ההבחנה בין "עצמי" ל"לא-עצמי"

171 תגובה לא ייחודית

171 קו ההגנה השלישי של הגוף – מערכת החיסון

174 מה קורה כאשר הגוף אינו מסוגל להגיב לאנטיגנים

175 המאפיינים של מערכת החיסון

177 זיכרון חיסוני, תגובה ראשונית ותגובה שניונית

177 איך מונעים מחלות – חיסון פעיל וחיסון סביל

183 מערכת החיסון מפריעה להשתלה של רקמות ואיברים

184 עירוי דם הוא מקרה פשוט של השתלת רקמה

189 סיכום הפרק

חטיבה שנייה: מערכות תקשורת, תיאום וויסות

193 **פרק שביעי: המוח ומערכת העצבים: מבנה ותפקוד**

193 מערכת העצבים קולטת מידע, מעבדת אותו ומגיבה לו.

195 מערכת העצבים בנויה ממרכז ומהיקף.

199 איברי החוש הם מקור חשוב למידע מהסביבה.

201 איך עובר המידע בתא העצב, ומתא העצב לתא אחר?

210 קשת רפלקס: תגובה עצבית פשוטה.

211 המערכת המרכזית: מוח הגולגולת ומוח (חוט) השדרה.

221 סיכום הפרק.

225 **פרק שמיני: מערכת ההפרשה הפנימית**

225 מערכת ההפרשה הפנימית: מבנה ותפקוד.

227 מה עושים ההורמונים?

229 ההיפופיזה היא הבלוטה הראשית של מערכת ההפרשה הפנימית.

230 סיפור הבלב והאינסולין – ההורמון המוכר הראשון.

231 האיים, ההורמון ותפקידיו בגוף.

234 הורמונים מההיפופיזה ופעילותם בגוף.

241 עצבים לעומת הורמונים.

242 סיכום הפרק.

247 **פרק תשיעי: דור קודם מעמיד דור חדש: מערכת הרבייה של האדם**

247 חשיבות הרבייה לקיום החיים.

248 מדוע השונות חשובה.

248 מבנה מערכת הרבייה בגופנו.

256 מערכת הרבייה כפופה לתיאום ולויסות הורמונלי.

262 הפריה חוץ-גופית.

266 סיכום הפרק.

פתח דבר

אתם מחזיקים בידיכם ספר חדש. זה מפתיע אתכם?
יש מי שחושבים שכבר אין צורך לכתוב היום ספרי לימוד. מספרים לכם, לכולנו, שכל הידע נמצא באינטרנט. במובן מסוים, זה נכון. כל שם של איבר בגוף שתקלידו במנוע חיפוש, יקפיץ לכם אתרים רבים שמספרים על האיבר הזה, וגם מראים אותו בצילומים ובאיורים. אם תכתבו שם של תהליך שמתרחש באיבר הזה, גם אז תקבלו המון מידע, בהמון אתרים.
השאלה היא, איך כל המידע הזה יכול לשרת אתכם? איך תדעו על אילו אתרים אתם יכולים לסמוך? כמה מהאתרים שאתם רואים בתוצאות החיפוש, מכילים חומר שכתבו תלמידים כמזכר, בבתי ספר אחרים? כמה מהם מציגים מידע ברמה שמתאימה לכם?
אתם נכנסים גם לאתרים לימודיים שמתוכננים מראש בשבילכם. יש שם מצגות, שאלות ותשובות. אתם מוצאים שם את כל מה שמעניין אתכם?
"אתר" הוא מלה נרדפת ל"מקום". אתם "גולשים" באתרי אינטרנט, שהם "מקומות" ברשת הכלל-עולמית. כל אתר מציג את המידע שיש בו בצורה מסוימת, בסגנון מסוים. הספר הוא מקום אחר. הוא מציג לכם את גוף האדם כסיפור שלם. כל חלק בסיפור קשור לכל החלקים האחרים, וכולם כתובים באותה שפה. לא כל אחד אוהב לקרוא סיפורים, אבל סיפורים על הגוף שלכם יכולים להיות מעניינים. אין אלה סיפורים סתם. הידע הוא ידע מדעי שעבר בדיקה יסודית. הוא גם מותאם לרמת הלימוד שלכם. הסיפור שבספר אינו מנותק מהעולם. כמובן שהוא מפנה אתכם לאתרים ולסרטונים ברשת. חשוב רק שתדעו, שכל האתרים נבדקו כדי לוודא שהם עומדים בדרישה שלנו להצגת מידע אמין ומדויק.
בספר אנחנו מראים לכם איך כל המערכות בגופכם מתואמות ביניהן. למשל, איך תהליכים שמתרחשים בלב קשורים למה שמתרחש בריאות, או איך הזרימה של הדם מתחת לעור קשורה למצב הכללי של הגוף – אם הוא במנוחה או אולי מבצע מאמץ קשה.
חשבנו עליכם בעת כתיבת הספר. תמצאו בו התייחסות לדברים שמעסיקים היום אנשים בגילכם, כמו השאלה אם עדיף להיות צמחוני, למשל. או מה ההשלכות של השתלת איברים. יש בספר משימות שמזמינות אתכם לעבוד עם חברים, להתווכח, לחפש מידע ביחד ולבדוק טענות ונימוקים. הספר נכתב בתקווה שהוא יגרום לכם לחשוב על הגוף שלכם קצת יותר לעומק, להעריך את המורכבות שלו, ולהתרשם מההתאמות המיוחדות של מערכות הגוף שלכם לביצוע התהליכים הרבים מספור שמתקיימים בהן – תהליכים שהודות להם הגוף השלם הוא גוף חי, אדם חי.
כמו שמקובל בספרי לימוד, יש בספר שאלות ומשימות, וכל פרק מסתיים בסיכום ובשאלות לחזרה. אנו ממליצים שתיעזרו בסיכום ובשאלות כדי לוודא שאתם מבינים וזוכרים את הסיפור המסופר בכל פרק.



פרק ראשון

הסיפור שלנו – האדם כיצור חי

מה פירוש הדבר, להיות יצור חי?

נעִיף מבט לעבר. השאלה הזאת נחשבה לאורך דורות לשאלה דתית או פילוסופית, אך לא מדעית. אבל במאה ה-19, לאחר שהצטברו כמויות מידע עצומות מכל רחבי העולם על בעלי חיים, על צמחים ועל מיקרואורגניזמים, החלה השאלה הזו להטריד כמה מגדולי החוקרים. קלוד ברנר, הרופא והחוקר הצרפתי שחי בשנים 1813–1878, כתב בשנות ה-50 של המאה ה-19 את הדברים האלה:

"הגוף החי, אף שהוא זקוק לסביבתו, במידה מסוימת הוא עצמאי ביחס אליה. העצמאות הזו של האורגניזם בתוך סביבתו החיצונית נובעת מהעובדה שהרקמות שנמצאות בתוך היצור החי, אינן נמצאות במגע ישיר עם השפעות חיצוניות; הן גם מוגנות על-ידי סביבה פנימית שנוצרת בעיקר על-ידי הנוזלים הזורמים במחזור בגוף. קביעותה* של הסביבה הפנימית היא התנאי לחיים חופשיים ועצמאיים. הקביעות אפשרית הודות לפעולתו של מנגנון, המבטיח שכל התנאים בסביבה הפנימית, החיוניים לחיים, יישמרו כפי שהם".

משימה וצוות

על הסביבה הפנימית

הערה: קלוד ברנר מדבר על "קביעות" של הסביבה הפנימית בגוף. היום איננו מדברים על קביעות, אלא על יציבות: הסביבה הפנימית אינה קבועה, אך היא יציבה. ההבדל יוסבר בהמשך.

1. מצאו מילים בתרגום דבריו של קלוד ברנר שאינן מובנות לכם. חפשו פירושים, ודאו שאתם מבינים למה התכוון, וכתבו את מה שהבנתם.
2. מה הם הדברים החשובים ביותר בעיניכם, שלדעתכם מגדירים אתכם כיצורים חיים? כל חבר צוות יכתוב ארבעה דברים כאלה.
3. ערכו דיון בצוות והכינו רשימה של ארבעה דברים המוסכמים על כל הצוות, כחשובים ביותר בהגדרה של יצורים חיים.
4. חפשו במקורות מידע העומדים לרשותכם, איך נהוג להגדיר יצורים חיים. השוו את מה שמצאתם לרשימה המוסכמת שלכם. ציינו מה דומה ומה שונה ברשימתכם, לעומת הגדרות מקובלות.
5. האם אתם מקבלים את כל ההגדרות שמצאתם במקורות המידע? אם לא, נמקו את דעתכם.

קלוד ברנר ערך ניסויים רבים שהביאו אותו למסקנה כי דברים החשובים לקיומו של בעל חיים – וזה כולל את האדם – נשמרים בגוף ללא שינוי, למרות שבסביבה המקיפה אותו מתחוללים שינויים רבים. דוגמה ידועה אחת היא שמירה על חום גוף קבוע.

משימה 2 לצוות

מהו "חום גוף קבוע"

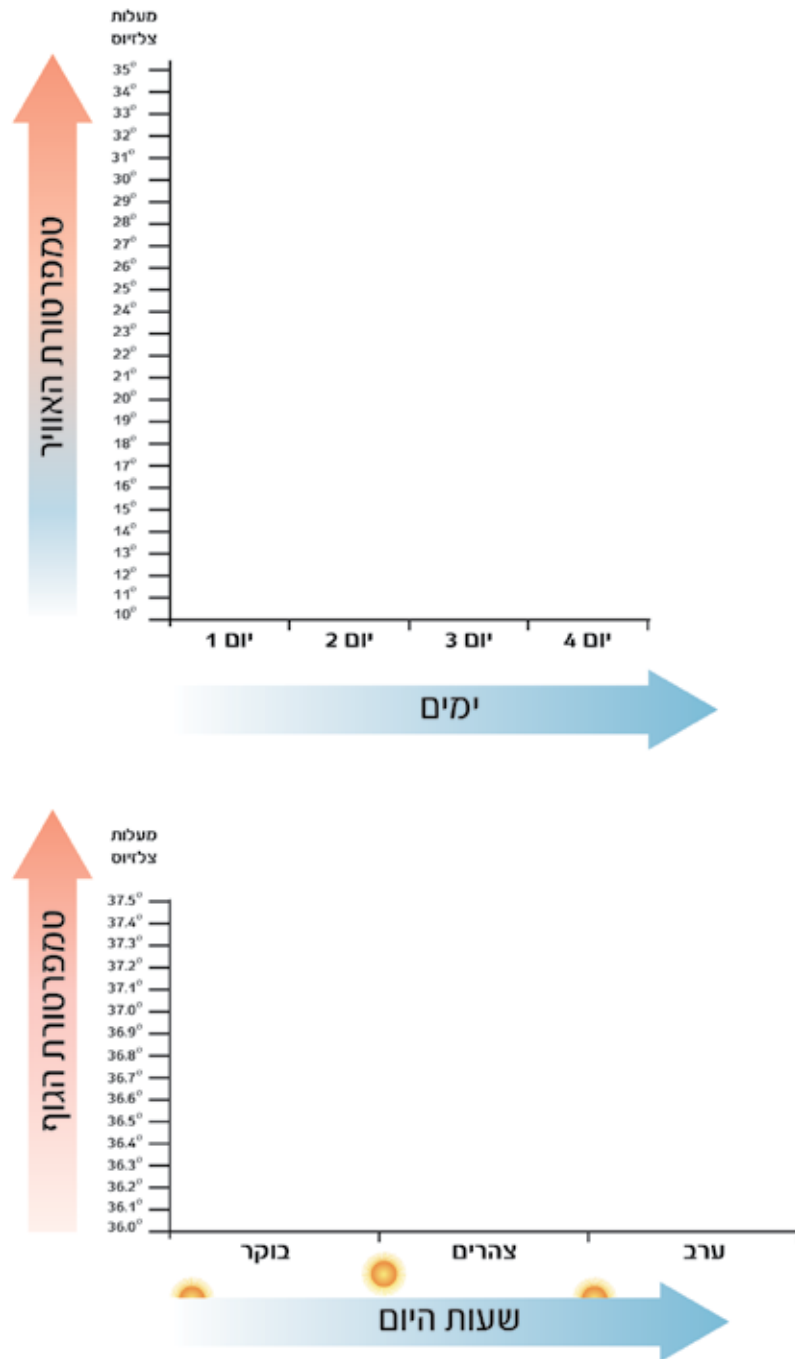
1. עקבו אחר טמפרטורת הגוף שלכם במשך ארבעה ימים. מדדו את טמפרטורת גופכם שלוש פעמים ביום: א. בבוקר (לפני שאתם הולכים לבית הספר), ב. אחרי הלימודים, ג. בערב לפני השינה. כתבו את תוצאות כל המדידות שלכם.
2. באותם ארבעה ימים בדקו את טמפרטורת האוויר בסביבת המגורים שלכם. אתם יכולים להסתמך על נתוני תחזית מזג האוויר המופיעים בתקשורת, או באתרים של תחזית מזג האוויר. אם ברשותכם מד טמפרטורה מתאים, רצוי שתמדדו בעצמכם, באותן שעות שבהן אתם מודדים את טמפרטורת הגוף. כתבו גם את תוצאות המדידות האלה.
3. לפניכם טבלה לריכוז תוצאות המדידות שלכם. העתיקו את הטבלה, השלימו את הכותרות החסרות, ומלאו בה את הנתונים שאספתם. אין לכתוב בטבלה בספר הלימוד!

זמן המדידה	טמפרטורת הגוף			טמפרטורת האוויר	
	בוקר	אחר צהריים	ערב	בוקר	[השלימו] ...
יום 1					
יום 2					
יום 3					
[השלימו]					

4. רכזו את התוצאות של כל חברי הצוות בטבלה. חשבו את ממוצע טמפרטורות הגוף של חברי הצוות. כתבו את טמפרטורות הגוף הממוצעות בשורות המיועדות לכך בטבלה. חשבו גם את ממוצע טמפרטורת האוויר מהמדידות של חברי הצוות, והוסיפו את התוצאות לטבלה המשותפת.

זמן המדידה	טמפרטורת הגוף			טמפרטורת האוויר – [השלימו]	
	בוקר	אחר צהריים	ערב	בוקר	...
יום 1					
יום 2					
יום 3					
[השלימו]					

5. היעזרו במערכות הצירים שלפניכם. העתיקו אותן וסמנו בהן את הערכים המתאימים.



- א. שרטטו עקומה אחת המראה את השינויים הממוצעים בטמפרטורת הגוף שלכם.
- ב. שרטטו עקומה נוספת המראה את השינויים הממוצעים בטמפרטורת האוויר לאורך ארבעה ימים.

6. מה היתרון בשרטוט עקומות? במה הן עדיפות על הצגת המידע בטבלה? אם יש תשובות שונות בצוות, ערכו דיון והגיעו לתשובה אחת מוסכמת ומנומקת. כתבו אותה.
 7. האם טמפרטורת הגוף שלכם קבועה?
 8. הסבירו במילים שלכם, מדוע נהוג לומר שטמפרטורת הגוף של האדם קבועה.
 9. לאיזה בעלי חיים נוספים יש טמפרטורת גוף קבועה? חפשו תשובות באתרי מידע לפי מילות המפתח האלה: "חום גוף קבוע" "טמפרטורת גוף קבועה" "בעלי דם חם".
 10. לאילו קבוצות של בעלי חיים הם משתייכים? בתשובתם היעזרו בשמות של כמה מקבוצות המיון הגדולות בעולם החי: דגים, דו-חיים, זוחלים, עופות, יונקים.
- משימת בונים:** מצאו שמות של בעלי חיים שטמפרטורת הגוף שלהם אינה קבועה. בררו לאילו קבוצות מיון גדולות הם משתייכים.

הומאוסטזיס

קלוד ברנר, וחוקרים שבאו בעקבותיו, חקרו בעיקר את מאזן הנוזלים בגופם של יונקים, ואת ריכוזי המלחים המומסים בהם. הם ערכו מדידות בדגימות של דם ושתן. המדידות הובילו אותם למסקנה, שריכוזי המומסים השונים – בעיקר מלחים והסוכר גלוקוז – נשארים קבועים במידה מרשימה בדם או בשתן של בעלי החיים שבדקו. בכל מדידה כמעט שלא השתנו הריכוזים של מלחים שונים המומסים בדם ובשתן. גם כשחלים בהם שינויים, הם נותרים בגבולות צרים ביותר. כך גם לגבי ריכוז הסוכר בדם. החוקר האמריקני וולטר קאנון הסיק שבגוף פועלים מנגנונים פנימיים, השומרים על יציבותם של גורמים שונים, או מדדים של הסביבה הפנימית, כפי שמקובל לקרוא להם.

המדדים הם: ריכוז של יונים* שונים המומסים בנוזלי הגוף, ריכוז הסוכר גלוקוז בדם ובתאים, לחץ הדם, וריכוז הגזים חמצן ופחמן דו-חמצני בנוזלי הגוף וברקמות השונות. הטמפרטורה הפנימית קבועה גם היא, אם כי לא באותה מידה בכל קבוצות בעלי החיים.

אנוח: יונים. בלימודיכם הקודמים למדתם על מבנה האטום. כזכור לכם, לכל אטום יש גרעין המכיל פרוטונים ונויטרונים, והגרעין מוקף אלקטרונים שנעים סביבו במסלולים. כל פרוטון נושא מטען חשמלי חיובי יחיד, וכל אלקטרון נושא מטען חשמלי שלילי יחיד. אטום שמספר האלקטרונים שלו שונה ממספר הפרוטונים שבגרעין, הוא יון. במילים אחרות, יון הוא אטום הנושא מטען חשמלי. חומרים שמורכבים מיונים הם מסיסים במים. כאשר מסיסים במים חומר יוני כגון המלח נתרן כלורי, הוא נפרד ליונים בודדים המפוזרים בתמיסה. המינרלים שנמצאים בנוזלי הגוף, תמיד נמצאים בצורת יונים.

צו משהו...

טמפרטורה פנימית קבועה יש רק לבעלי חיים שמכנים אותם "בעלי דם חם" – אלה העופות והיונקים. בכל שאר החולייתנים – זוחלים, דו-חיים, דגים – טמפרטורת הגוף עולה ויורדת בחדות בהשפעת טמפרטורת הסביבה. הדבר נכון גם לחסרי חוליות כגון חרקים, סרטניים, עכבישים, תולעים וכו', וגם לצמחים. לחד-תאיים אין שום אמצעי לשמירת הטמפרטורה בתוך התא, והיא זהה לטמפרטורת הסביבה.

קאנון היה הראשון שכינה את התופעה הזו "הוֹמְאֹוֹסְטָזִיס". המלה לקוחה מיוונית עתיקה, והפירוש המילולי שלה הוא "מצב דומה" או "מצב קבוע". הכוונה היא למצב של הסביבה הפנימית של הגוף.

הוֹמְאֹוֹסְטָזִיס הוא שם למכלול של תהליכים, המאפשרים לגוף לקיים בתוכו תנאים יציבים בתוך גבולות קבועים, גם כשהוא נחשף לתנאי סביבה משתנים.

מהי הסביבה הפנימית של הגוף? לא כל מה שנמצא בתוך הגוף שייך לסביבה הפנימית שלו. "סביבה פנימית" של יצור חי היא משהו שיש לו הגדרה מדעית מיוחדת. למשל, חתיכת מזון שאתם לועסים ובולעים היא "בתוך הגוף", אך היא אינה נמצאת בסביבה הפנימית.

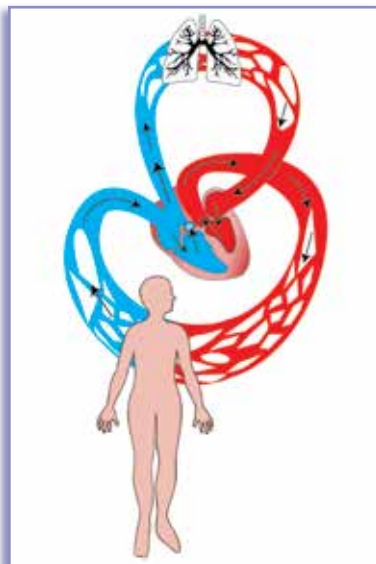
הסביבה הפנימית היא כל אותם מרכיבים של הגוף, שאין להם שום מגע עם הסביבה החיצונית. אלה כוללים את הנוזלים דם, לימפה, שתן, והציטופלזמה של תאי הגוף (עם כל האברונים שבתוכה).

עוצ משכו...

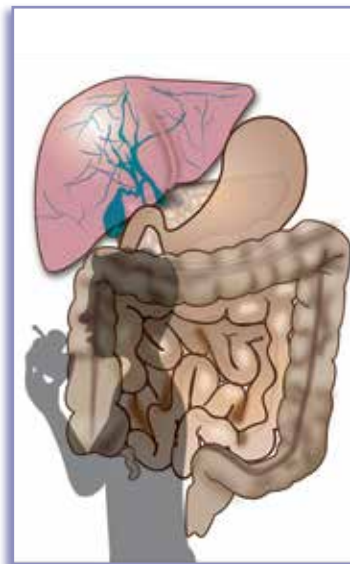
מה לא נמצא בסביבה הפנימית? למשל, כל מערכת העיכול שלכם, מהפה, דרך הוושט, הקיבה והמעיים ועד פי הטבעת – כל אלה אף שהם "ממש בתוך הגוף", אינם חלק מהסביבה הפנימית. גם האף, קנה הנשימה והריאות אינם נחשבים סביבה פנימית. זאת משום שאיברי המערכות האלה, העיכול והנשימה, נמצאים במגע ישיר עם הסביבה החיצונית.

איור 1.1

סביבה חיצונית לעומת סביבה פנימית



ב. סביבה פנימית – כלי דם בגוף



א. סביבה חיצונית

נסכם:

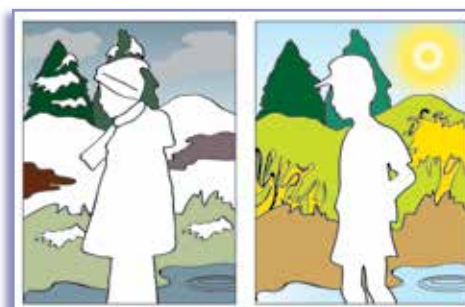
כל יצור חי מקיים בתוכו סביבה פנימית יציבה השונה מסביבתו החיצונית.

איך נשמרת הסביבה הפנימית בגופנו?

למה חשוב כל כך קיומה של סביבה פנימית יציבה? חשבו על מה שקורה לגוף שלכם במשך יממה.

איור 1.2

שינויים בסביבה



שום דבר אינו באמת קבוע בסביבת חייכם. אתם מכניסים לגוף חומרים מגוונים בצורת מאכלים ומשקאות. האוויר סביבכם חם או קר, לח או יבש, לפעמים הוא מלא אבק. הסביבה מלאה בקולות ובריחות שמשתנים מדי פעם. למרות כל השינויים הרבים האלה, הסביבה הפנימית בגופכם נותרת יציבה. הנה משהו למחשבה: ריכוז יונים של נתרן בדם, המגיעים לגוף לרוב בצורת מלח מאכל, זהה אצל כל בני האדם בעולם (בתנאי שהם בריאים), בלי קשר למאכלים החביבים עליהם. סיני שאוכל בעיקר אורז תפל עם ירקות, רוסי שאוכל דגים כבושים וכיסוני בצק מבושלים, איטלקי שאוכל פסטה ברוטב עגבניות, וישראלי שאוכל חמוס בתיבול חריף – אצל כולם נשמר ריכוז יציב של נתרן בדם. איך זה קורה?

משימה 3 אצוות

מדדים תקינים של חומרים בגוף

1. שרטטו טבלה המראה את הריכוזים התקינים של המומסים הבאים בדם של אדם בוגר ובריא:
נתרן
אשלגן
גלוקוז
היעזרו במקורות הבאים: הערך מינרלים (תזונה) בויקיפדיה; הערך מינרלים באתר lib.cet.ac.il
2. כתבו את שמות המקורות שהשתמשתם בהם.

למעשה, אנחנו לא רק קולטים חומרים מהסביבה בלי הרף. אתם יודעים שהגוף גם משחרר חומרים לסביבתו: אנחנו פולטים לסביבה את הגז פחמן דו-חמצני, אחרי שקלטנו ממנה חמצן! אנחנו גם פולטים אדי מים, ומפרישים שתן ושיירי מזון שנותרו מתהליך העיכול, ויוצאים בצורת צואה.

בקיצור, הגוף שלנו מקיים יחסי גומלין מורכבים עם הסביבה החיצונית: קולט ממנה חומרים, ומשחרר אליה חומרים. חומרי המזון הנקלטים בו עוברים תהליכים של פירוק ועיכול, וחלקם גם משמש מקור לאנרגיה. הגוף גם משחרר אנרגיה לסביבה, זו אנרגיית החום המשתחררת בתהליך הנשימה. לכך יש להוסיף גם מידע! המידע נקלט בצורה של גירויים המגיעים לחושים שלנו.

הגוף החי מקיים מערכת יחסי גומלין עם סביבתו: הוא קולט ממנה חומרים ואנרגיה, ומשחרר אליה חומרים ואנרגיה; והוא קולט מידע ומגיב עליו.

ועם כל התחלופה הבלתי פוסקת הזו, הסביבה הפנימית בתוכו נותרת יציבה וללא שינוי. נחזור לשאלה: איך זה קורה?