

מנגנוני הומיאוסטאזיס באדם

מאת: שרה קליין ואפרת לינק*



יחידת הוראה בנושא הומיאוסטאזיס – ברמת האורגניזם השלם

הלב הוא מערכת מרכזית בגוף המקיימת פעילות סדירה לאורך זמן באמצעות מנגנוני משוב ובקרה עצביים והורמונליים. חקר ועיבוד רישומי קצב לב באדם בריא לאורך זמן, מלמד שמרווחי הזמן בין הפעימות אינם אקראיים וקיימת תלות בין האירועים. חקר ועיבוד קצב פעימות הלב במצבים מיוחדים כמו מחלות לב, זקנה ומאמץ, מלמדים שחל שיבוש במשוב הקיים בין פעימות הלב, והן הופכות להיות אקראיות ופחות תלויות זו בזו. הלב הוא דוגמה ללמוד הומיאוסטאזיס בגוף האדם בגישה מערכתית, תוך דגש על תהליכים המתרחשים בייצור השלם לאורך זמן, ברמת הייצור השלם.

אוכלוסיית יעד:

תלמידי ביולוגיה חטיבה עליונה.

מטרות ההוראה:

1. הכרת מנגנוני הומיאוסטאזיס כמאפייני חיים.
2. לימוד הומיאוסטאזיס כתופעת טבע מרכזית משותפת למערכות ביולוגיות.
3. הבנת שילוב מנגנונים הפועלים בייצור החי ליצירת סביבה פנימית מיוצבת.
4. הבנת המושגים: משוב, איזון, ויסות, בקרה ברמות שונות בייצור החי.
5. הבנת הקשר בין בריאות, חיים ומוות.
6. הכרת מערכת פיזיולוגית ייחודית השומרת על הומיאוסטאזיס כחלק מהגוף השלם.

הומיאוסטאזיס מתקשר לנושאי לימוד רבים בתוכנית הלימודים הקיימת ובתוכנית הלימודים החדשה:

1. מערכות תיווך והובלה בבע"ח וצמחים.
2. חילוף חומרים תאי.
3. ויסות ותיאום.

* שרה קליין (09 7929135) – מורה במכללת אורות ישראל אלקנה, אפרת לינק (08 9766857) – מורה בעירוני א' מודיעין.

המיבנית פותחה במסגרת פרויקט מדע 2000, אוניברסיטת בר-אילן בראשות פרופ' ש. הבלין ובהנחיית ד"ר מיכל ציון, אוניברסיטת בר-אילן, מדע 2000 – טלפון 03 5317886. הפעילות הוצגה בכנס מורי הביולוגיה 2001



4. רבייה בצמחים ובבע"ח בדגש על האדם.
5. האורגניזם וסביבתו.
6. תורשה.
7. אבולוציה.
8. פיזיולוגיה של מערכות בבע"ח.

חומרי האליזה הקיימים אין מספיק התייחסות
אנשן זה דומה האורגניזם השלם

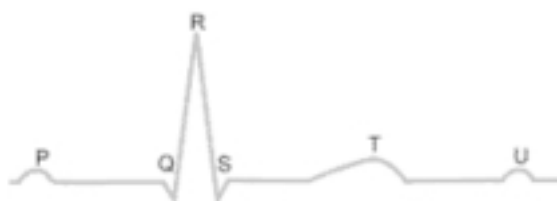
קשיים בהבנת עקרון ההומיאוסטאזיס:

1. נושא מורכב המכיל משתנים רבים.
2. בהבנת תהליך דינמי יש ללמוד קושי לבצע הכללות ואינטגרציות.
3. הבנת החריגה, הצורך בתיקון, הבנת המנגנון כחלק ממערכת שלמה הפועלת בתיאום.
4. מעבר מרמת המיקרו למקרו וקושי מחשבתי לנוע בין הרמות, קשה להבנה ברמה מערכתית ולכן יש נטייה להיצמד לרמה המולקולרית. (שינוי תפיסתי בהוראה).
5. קושי בהבנה ובלבול (דואליות) במושגים: ויסות ובקרה, מנגנון ותופעה, קבוע ויציב.

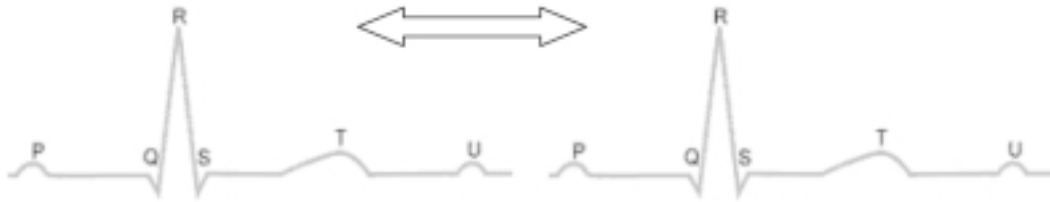
בתוכנית זו, נציג את מערכת הלב כדוגמא למערכת דינמית המקיימת הומיאוסטאזיס. נעקוב אחרי פעילות הלב במצבים שונים.

הצעה לרצף הוראה:

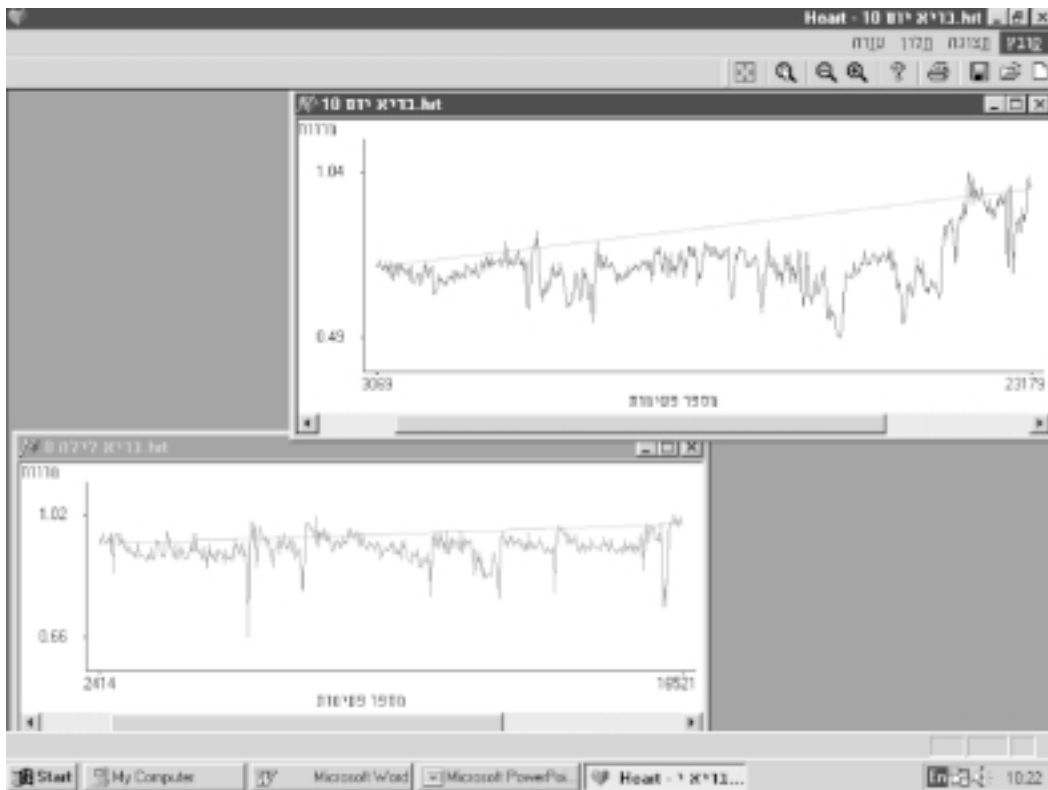
1. ציירו עקום על מערכת צירים המתארת את אחת התופעות הבאות:
 - א. השתנות טמפרטורת הגוף לאורך 24 שעות.
 - ב. קצב לב לאורך 24 שעות.
 - ג. רמת גלוקוז בדם לאורך 24 שעות.
 - צינו, באילו מן העקומים טעו התלמידים.
 - ברקע מתנגנת קלטת. המוזיקה חוברה עפ"י קצב פעימות לב סדיר.
 - את המוזיקה ניתן למצוא באתר האינטרנט: <http://polymer.bu.edu/music>
2. מדידת דופק לב של מספר תלמידים לאורך מספר דקות באמצעות מערכת ממוחשבת.
3. הצגת א.ק.ג. והסבר על פעילות הלב.



4. הסבר על מרווחי הזמן R-R בין פעימות לב.



5. בניית עקום המתאר שינויים במרווחי זמן בין פעימות לב לאורך זמן (עקום R-R intervals).



6. הצגת העקומים הבאים: (הצגתם ללא כותרת)

א. מרווחי זמן בין פעימות לב הנמדדים לאורך זמן (R-R intervals).

ב. שינויים במרווחי זמן בהליכה.

ג. שינויי תוצאות בהטלת קוביה.

איזה מבין העקומים הוא גרף המתאר את מרווחי הזמן בין פעימות לב?

7. הצגת הדמיון בין הגרפים.

8. הצגת הבסיס המתמטי להבדל בין תהליכים אקראיים לבין תהליכים הומיאוסטאטיים. הבסיס

המתמטי הוא כלי אבחנתי המאפשר לזהות ארועים אקראיים וארועים לא אקראיים.

9. הצגת דוגמאות נוספות לתהליכים אקראיים (שינויים בתוצאות סיבוב סביבון או רולטה) ותהליכים

לא אקראיים, הומיאוסטאטיים (שינוי במספר תאי דם לבנים לאורך ימים באדם בריא). את

הנתונים נתן למצוא ב:

Fractal variability versus pathologic periodicity: complexity loss and stereotypy in diseases / Ary L. Goldberger. Perspectives in Biology and Medicine, 40, 4 Summer 1997.

10. הצגת תהליך הומיאוסטאטי כתהליך מבוקר המתקן את עצמו לאורך זמן.

הומיאוסטאזיס במצב בריא, נורמלי:

תהליך לא אקראי: קשר בין אירועים, תלות הדדית באמצעות מנגנון הומיאוסטאטי. כלומר: תיקון מבוקר ושמירה על שיווי משקל דינמי, תנודתיות סביב ערכים מסוימים, המתאימים לכל תהליך נבדק.

החידוש:

התנודתיות בתהליך לאורך זמן. המעקב אחר התהליכים הוא ארוך זמן, בסדר גודל של יממות.

11. חריגות ממצב נורמלי ותיקון החריגות – מצבי מחלה ומצבי מאמץ.

הצגה באמצעות דיאגרמת צבעים.

היפוקסיה – מערכת תיווך והובלה.

סוכרת – היפוגליקמיה, חילוף חומרים תאי, ויסות ותיאום.

התייבשות – משק מים, משק חום, ויסות ותיאום, חילוף חומרים תאי, תיווך והובלה.

STRESS – משוברים הורמונליים ועצביים, תיווך והובלה, חילוף חומרים תאי.

12. הדגשת עקרונות הומיאוסטאזיס ברמת האורגניזם השלם. תיקון חריגות.

13. המלצה לפעילויות בכתה ובבית לתלמידים:

● הקשות עכבר במחשב.

● מדידת טמפרטורה עור באמצעות חיישן לאורך זמן ובמצבים שונים כמו מאמץ.

14. ציורו על מערכת צירים עקום המתאר את התופעה, שתיארתם בתחילת הפעילות:

א. השתנות טמפרטורת הגוף לאורך 24 שעות.

ב. קצב לב לאורך 24 שעות.

ג. רמת גלוקוז בדם לאורך 24 שעות.

הסבירו.

נקודות למחשבה:

תהליכי גדילה והתפתחות, האם מהווים חריגה מהומיאוסטאזיס?

Martini, F. Fundamentals of Anatomy and Physiology. Prentice- Hall. 1992

Sherwood, L. Fundamentals of Physiology. A Human Perspective. West Publishing Company. Second edition 1995.

<http://www.Physionet.org/tutorials>

<http://www.biointeractive.org/>

http://ory.ph.biu.ac.il/2000/Hebrew/main_index.html

הבלין, שץ, פרקטלים. האנציקלופדיה העברית. (תשנ"ה), כרך מילואים ג'.

יששכרי, ד., על התכונות הפרקטליות של הזמן. מחשבות. (אפריל 1994) עמ' 6-17.

כהן ראובן, בן-אברהם דניאל, הבלין שלמה. רשתות – חלחול. גלילאו 40 מאי-יוני 2001.

הבלין, שץ, פרקטלים. האנציקלופדיה העברית. (תשנ"ה), כרך מילואים ג'.

מעבדות ממוחשבות בביוולוגיה. אוגדן פעילויות. משרד החינוך והתרבות. הפקוח על הוראת הביוולוגיה.

אוניברסיטת בראילן, המרכז להוראת מדעים. ראש הצוות: ד"ר שרה קלצ'קו.