

מחקרים בתחום חליבה וביו-הנדסה

איתן קימל, הנדסה חקלאית, הטכניון חיפה

תקציר

היכרותי עם משה איתם החלה ב־1987 עת הגעתי לפקולטה להנדסה חקלאית כמרצה צעיר שאמור היה להחליף את דם שגיאה המנוח – "מר ממשק חליבה". אני, כאחד שעסק קודם לכן בזרימה ביולוגית בצינורות קורסים, חשבתי שיש לי פרנסה טבעית בתחום החליבה, כי הרי ברור שמעברי החלב וכלי הדם קורסים בפטמה במהלך החליבה. ככה התחלתי לשתף פעולה עם משה. שיערנו שיש חשיבות לזרימות חלב חוזרות כבסיס להעברת מחלות ולכן חשוב מאד לאפיין את סיגנל הזרימה במחזור החליבה. היום אני חושב, שזרימות חוזרות לא חשובות. אני משוכנע שההתאמה בין הגביע והפטמה והכוחות המופעלים על ידי הבטנה על הפטמה חשובים יותר לסת"ס ודלקות עטין. סקר סטטיסטי מקיף שעשינו מראה זאת, גם מחקרים אחרונים של משה איתם ואברהם הראל מצביעים על אותו כיוון. את רגישות הכוחות האלה להתאמה בין הפטמה והבטנה מדדנו בדרך פרטיזנית בהזדמנות אחרת. לכן, אם לחקור אז כדאי לחקור בכיוון הזה ובאופן מסודר.

היום, עשר שנים מאוחר יותר, אפשר לסכם סיכום ביניים אישי ולומר, כי תרמתי מעט בתחום החליבה. במה כן זכיתי? זכיתי להכיר אדם נפלא וחבר טוב – אותך, משה איתם. ואפילו אם תתנגד אגיד לך, שאתה בעיני מדען מארץ המדענים אפילו שאין לך כל תעודת "מדען" רשמית. וכאן אני בבעיה כי עזרא שושני ביקש ממני לדבר על מחקרים בתחום החליבה ואתה אתה הרי עושה הרבה יותר טוב ממני. וחוף מזה, מה אתימר להיות מומחה גדול בתחום, כשאני לא כזה.

* המחבר הוא פרופ' בפקולטה להנדסה חקלאית בטכניון, חיפה.

או מה אספר לכם היום? על ביו-מכניקה ועל מחקר מדעי שכן עשיתי בשנה האחרונה, בחיפה, בבוסטון וברירדה'ז'נירו. אספר לכם על שלושה מאפיינים של משה כשלכל מאפיין אקדיש כמחווה תחום: הסקרנות והרצון ללמוד ולהבין יודגמו על ידי נושא בבולוגיה התפתחותית – הגרונלומה בבילהרציה (מחלה שיוצר טפיל בגופי מים מתוקים והיא נפוצה מאד בארצות מתפתחות), שיראה איך מגיבה המערכת החיסונית של יונק לגוף זה. בבילהרציה, חודרת לרווה (זחל) לגוף האדם דרך העור ומתפתחת לתולעת זכרית ונקבית. התולעת מגיעה לכלי דם המחבר את המעי לכבד ושם מטילה ביצים. כדי להמשיך את מחזור החיים אמורות הביצים להגיע למעי ולהיפלט עם הפסולת למים, להגיע לפונדקאי נוסף – חילזון, וחוזר חלילה. היות וכיוון זרימת הדם מהמעי לכבד, נישאות הביצים הפסיביות לכבד ושם הן סותמות כלי דם קטנים. המערכת החיסונית בונה סביב הביצים מעטפות הגנה סיביות המבודדות את הביצים מהגוף, אבל באותו זמן מגבירות את שיעור סתימת הכבד עד שזרימת הדם באותו כלי דם בו נמצאת התולעת, מתהפכת בכיוונה והביצים מתחילות להופיע במעי – יעדן המקורי.

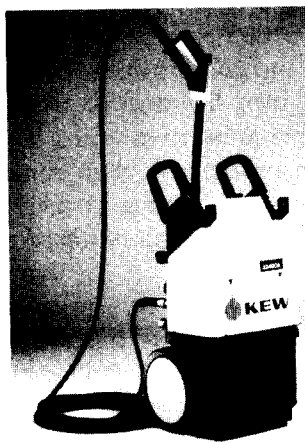
האינטואיציה ההנדסית וניסויים חוזרים ונשנים של משה לאפיין הצטברות נוזלים בפטמה, יודגמו על ידי הסבר על התכונות המכניות של תאים אנימליים והדרך למדל תכונות אלה. התכונות המכניות של תאים שונים חשובות כדי לאפיין השפעות פתולוגיה על פעילותם כמו גם השפעת תרופות. מדובר בתאי נאוטרופיל של המערכת החיסונית שבמסגרת תפקידם אמורים להתעוות ולנוע דרך מעברים צרים, או תאי שריר, או תאי אנדותל שמכסים כלי דם בגוף ונמצאים תחת

הוא לאפשר לחלקיקי חיסון הנמצאים בבריכת טבילה להיכנס לרקמות הדג וליצור תגובה חיסונית. אנו יוצרים נוק מיזערי לעור הדג באמצעות קרן אולטרא-סאונד ממוקדת בתדר 1 Mhz ואחר כך משתמשים בהקרנה לא-ממוקדת בעוצמה בינונית של כ-2W/cm², כדי ליצור רווחים בין התאים. החלקיקים חודרים אל בין התאים ואחר כך נבלעים בתוכם. לאחר זמן העור חוזר לקדמותו והדג מחוסן. השיטה בשלבי פיתוח ראשוניים ועדיין רבים הנעלמים ואנו נעזרים רבות במיקרוסקופיה אלקטרונית.

הנה דיברתי על שלושה מאפיינים של משה כמדריך וחוקר ולא שכחתי את יכולת ההדרכה והבהירות המחשבתית שלו. אבקשכם לקבל את כל ההרצאה הזאת כמחווה למעריך ההדרכה של שה"מ. סליחה על שלא דברתי על הליבה. תודה לכולם על הזכות לדבר בפניכם. תודה משה.

פעולת מאמצי גזירה של הדם החולף על פניהם. התאים מועמסים בצורות שונות כדי לאפיין את קשיחותם: תזוזות קטנות וקשיחות קטנה נמדדו על ידי כדורית מגנטית שמוצמדת לממברנת התא ומסובבת על ידי שדה מגנטי נתון; תזוזות גדולות וקשיחות גדולות יותר נמדדו ביניקת תא באמצעות תת-לחץ בפיפטה; וקשיחות ענק התקבלו כאשר התעוות התא באמצעות דחיפת מוט זעיר אל תוכו. באמצעות מודל מכניסטי אחד של כבלים ומוטות המתבסס על המבנה הפנימי של התא ניתן להראות, איך הקשיחות משתנה עם התזוזה ואיך שהתא החי הוא מאד לא-לינארי.

בקשר למבט קדימה ודחיפת שכלולים כרובוט החליבה ומדי חלב מתוחכמים, אספר לכם על פיתוח שיטה לחיסון מהיר והמוני של דגים והשפעות אולטרסאונד על רקמות. זאת עבודה שנועשית בקבוצתי בטכניון, כשהרעיון



מכונות שטיפה



החברה המובילה בתחום נקיין
הרפתות וחקלאות בכלל
משווקת ציוד לשטיפה בלחץ

וציוד לניקוי וקירצוף רצפות-שואבי אבק
מהחברה המובילה בעולם **KEW**

שימו לב! אין להקצות את סוגי

מכונות השטיפה + "טריינג-אין"

ובואיך באמצעות של הציוד!

בדבר פרטים נא לפנות אל:

א.פ. מכונות שטיפה בע"מ

טל: 09-9580699, פקס: 09-9504894, פלאפון: 052-447375