

## אשכול ביולוגיה מזה והישוביות

**קורסי חובה** (שנה ב', סמסטר ב'. סך הכול 8 נ"ז).

1. דינאמיקה וקידוד בתאי עצב (6181)
2. שיטות מחקר במדעי המוח (6180)

**קורסי חובת בחירה** (יש ללמוד בשנה ג', סך הכול 9 נ"ז. חובה לבחור 3 מתוך 4. השתתפות מותנית בסיום 2 קורסי החובה).

3. מחישה לתפיסה (6183)
4. הבסיס הנורופיזיולוגי לפונקציות קוגניטיביות גבוהות בהיפוקמפוס (6184)
5. הבסיס הנורופיזיולוגי לתהליכים של לקיחת החלטות (6183)
6. בקרה מוטורית: בין מדעי המוח לרפואה (6185)

### תיאור הקורסים:

#### 1. דינאמיקה וקידוד בתאי עצב | 6181 | ד"ר לילך אביטן וד"ר יונתן קדמון | 4 נ"ז

תקציר הקורס

בקורס הזה נקשר בין פעילות בתאי עצב, הישויות הביולוגיות הבסיסיות במערכת העצבים, לבין היכולת להעביר אינפורמציה ולבצע חישובים. בחלקו הראשון, נלמד על דינמיקה של תהליכים עצביים. נתחיל ממודל ביולוגי של תא עצב והדינמיקה הפנימית של התא. נראה כיצד חלקיו השונים מאפשרים פעולות בסיסיות כמו סכימה במרחב ובזמן ונבנה מודל מתמטי פשוט עבור הנירון. לאחר מכן נתאר את הדינמיקה של קבוצת ניורונים המחוברים ביחד כרשת, ובין כיצד יכולים מספר ניורונים להתארגן וליצור דינמיקה מורכבת. בחלק השני של הקורס נעסוק בקידוד – הדרך שבעזרתה התהליכים הדינמיים אותם למדנו בחלקו הראשון של הקורס משמשים להעברה ועיבוד מידע. נסיים בדוגמאות לבעיות קידוד שתא עצב בודד אינו יכול לפתור, ושעבורן יש צורך במימוש של רשת עצבים, וכיצד הרעיונות התאורטיים שנפתח בקורס מקדמים את ההבנה שלנו על המוח.

#### חלק 1: דינאמיקה בתא עצב בודד ובאוקלוסיות

1. פוטנציאל הפעולה

1. חזרה על ההיבטים הביולוגים בייצור פוטנציאל פעולה
2. מודל Hodgkin-Huxley בסיסי - שימושים ואינטואיציה
3. דינמיקה של פוטנציאל ממברנה
4. סינספות ודנדריטים, סכימה מרחבית וטמפורלית
5. התקופה הרפקטורית

## 2. מודל fire & integrate

1. מערכות דינמיות - משוואות הפרש ומשוואות דיפרנציאליות
2. הפשטה של המודל הביולוגי: סכימה של קלטים ואינטגרציה בזמן.
3. מודל ריבועי של integrate and fire ונורוני theta
4. פוטנציאלי פעולה ופונקציות דלתא

## 3. מפותנציאלי פעולה בדיד לקצבי ירי רציפים

1. חישוב קצבי ירי
2. משוואת דינמית לקצב הירי של נורון
3. עקומות כוונון

## 4. דינאמיקה של אוכלוסיות

1. מטריצת משקולות סינפטים
2. יחסי אקסיטציה/אינהיביציה ועקרון דייל
3. רשתות feed forward ורשתות recurrent (עדכון בזמו ועדכון לפי שכבה)

## חלק 2: קידוד עצבי

### 5. קידוד בתא עצב הבודד

1. מדד JND
2. מדידת עקומות כיוון
3. קידוד בעזרת עקומות כיוון
4. עקומות ROC

### 6. קידוד באוכלוסיות

1. כשקידוד בעזרת התא הבודד נכשל
2. דוגמאות: grid cells, memory attractors, ורשתות feedforward

## 2. שיטות מחקר במדעי המוח | 6180 | פרופ' ענבל גושן ופרופ' עמי ציטרי | 4 נ"ז

מטרת הקורס לאפשר לתלמידים התנסות בשיטות מחקר בסיסיות בביולוגיה של מערכות עצבים (מיקרוסקופיה ואלקטרו-פיסיוולוגיה) ובשיטות בסיסיות בפסיכו-פיסיקה. כמו כן הקורס יכסה כלים בסיסיים בתכנון ניסויים. תקציר הקורס:

- שבוע 1: הרצאות מבוא
- שבוע 2: חומר רקע על מדעי מוח תאיים, הכנה לצביעות אימונו-היסטוכימית (IHC), צביעות של חלבונים על ידי שימוש בנוגדנים)
- שבוע 3: מעבדה, צביעות IHC
- שבוע 4: מבוא לאופטיקה של מיקרוסקופים
- שבוע 5: בניה של מיקרוסקופ, עבודה עם מיקרוסקופ פלואורסצנטי ומיקרוסקופ קונפוקלי ביחידת ההדמיה של אלס"ק
- שבוע 6: הרצאת רקע על תאי עצב במקקים (roaches)

- שבוע 7: מעבדה – רישום מתאי עצב ענקיים במקרים
- שבוע 8: עיבוד נתונים של הרישומים משבוע 7
- שבוע 9: מבוא לניסויים בתפיסה
- שבוע 10: ניסויים פסיכו-פיסיים
- שבוע 11: הרצאת רקע – איך לתכנן ניסוי – וביקור במעבדות
- שבוע 12: תכנון וביצוע של ניסוי
- שבוע 13: דיון בתוצאות, מה עושים עם נתונים
- שבוע 14: שיפור התכנון וביצוע מחודש של הניסוי משבוע 12

### 3. מחישה לתפישה | 6183 | פרופ' מרב אחישר ופרופ' אלי נלקן | 3 נ"ז

הקורס יטפל במנגנונים העצביים שעומדים בבסיס הטרנספורמציות של ייצוגים חושיים לייצוגים תפיסתיים, עם דגש על מערכת השמיעה. הקורס יתאר את הזרימה של המידע השמיעתי מהאוזן דרך הגרעינים של גזע המוח, בהם התכונות המיוחדות של תאי עצב מייצרות מערך חישובי של מאפייני צליל. הקורס יתאר את הצורה שבה מערך זה מעצב את הפעילות של תחנות גבוהות יותר, בהן תאי עצב רגישים לא רק לתכונות הצליל אלא גם להקשר שבו הצלילים קורים, ובהן מעוצב הייצוג של האובייקטים השמיעתיים. כל זה קורה תוך כדי בקרה יורדת הדוקה, שקובעת בסופו של דבר אותו חלק של המידע השמיעתי שישפיע על התפיסה.

### 4. הבסיס הניורופיזיולוגי לפונקציות קוגניטיביות גבוהות בהיפוקמפוס | 6184 | ד"ר איה בן-יעקב וד"ר דוד עומר | 3 נ"ז

הפעילות העצבית בהיפוקמפוס קשורה בפונקציות קוגניטיביות גבוהות כמו למידה, זיכרון ונווט במרחב. הקורס יסקור את המערכת ההיפוקמפלית, את הפיזיולוגיה הייחודית של מעגלים היפוקמפליים העומדים בבסיס פונקציות קוגניטיביות גבוהות: מנגנוני פלסטיות סינפטית, ייצור תאים חדשים, מקצבי מוח ( $\theta$  phase precession.  $\theta$  sequences), ייצור והופעת רצפי ירי של קבוצות תאים (replay, pre-play), וייצוגים של מפות קוגניטיביות של מרחב זמן ושל מרחבים אבסטרקטים. הנושאים ילמדו בשלוש רמות. מרמת המנגנונים העצביים, דרך החישוביות המתבצעת במעגלים ועד לפונקציות הקוגניטיביות הגבוהות (התנהגות).

### 5. הבסיס הניורופיזיולוגי לתהליכים של לקיחת החלטות | 6183 | ד"ר ערן לוטם וד"ר מתי יהושע | 3 נ"ז

הקורס יעסוק במנגנונים התאיים והרשתיים שעומדים בבסיס קבלת החלטות במוח. הקורס יתחיל בתיאור התופעות ההתנהגותיות הקשורות ללקיחת החלטות בבני אדם ובבעלי חיים. משם נעבור למודלים כמותיים של תהליכים של קבלת החלטות, עם דגש על סכימת מידע ולמידת חיזוק. בלב הקורס יהיה תיאור של מנגנוני המוח העומדים בבסיס תהליך קבלת החלטות. מרכזי המוח שמבצעים את ההחלטות נמצאים בדרך כלל באזורי מוח שאינם תחושתיים גרידא, גם בקליפת המוח וגם במבנים כמו גרעיני הבסיס. נתאר את הרשת העצבית המיוחדת באזורים אלה; נירו-מודולציה, המקורות שלה, והתפקידים שלה בתהליכי קבלת החלטות; את המאפיינים המיוחדים של הפעלה עצבית באזורים אלה ואת הדרך שבה כל אלה מתקשרים לתהליכים ולמודלים של קבלת החלטות.

## 6. בקרה מוטורית: בין מדעי המוח לרפואה | 6185 | פרופ' יפעת פרוט ופרופ' חגי ברגמן | 3 נ"ז

נושא הקורס הינו נירו-טכנולוגיה במערכת המוטורית. בשנים האחרונות פותחו כלים טכנולוגיים שונים כדי לשקם יכולות מוטוריות בחולים. מטרת הקורס היא תיאור הבסיס הפיזיולוגי, הפתופיזיולוגיה והגישה הנירו-טכנולוגית עבור כל אחת מהמערכות בהן הקורס יעסוק: המערכות בהן הקורס יעסוק הינן קשר עצב-שריר (מחלות של מוטונירונים), חוט שדרה (פגיעה במסלולים יורדים) סיגנלים מוטורים מקליפת המוח (ממשק אדם-מכונה), תפקיד המשוב הסנסורי בבקרת תנועה, והמערכת האקסטראפירמידלית (גירויי מוח עמוק (DBS) לשיפור סימפטומים בחולים).