

האוניברסיטה העברית בירושלים

סילבוס

מערכת העצבים של האדם הבריא - 96207

תאריך עדכון אחרון 29-10-2020

נקודות זכות באוניברסיטה העברית: 8

תואר: בוגר

היחידה האקדמית שאחראית על הקורס: רפואה

השנה הראשונה בתואר בה ניתן ללמוד את הקורס: 0

סמסטר: סמסטר ב'

שפת ההוראה: עברית

קמפוס: עין כרם

מורה אחראי על הקורס (רכז): פרופ' לילי אנגליסטר

דוא"ל של המורה האחראי על הקורס: lilia@ekmd.huji.ac.il

שעות קבלה של רכז הקורס: בתאום בדוא"ל

מורי הקורס:

פרופ לילי אנגליסטר,
פרופ עודד בהר,
פרופ אהרונ לביטוב,
פרופ שלמה רוטשנקר,
ד"ר יצחק נוסינוביץ,
פרופ יואל יערי,
גב נועה רוזנטל,
מר נתנאל כהן,
גב ספיר פנקר,
מר מיכאל יונרמן,
גב ריטה גוטרוב,
גב אוקסנה כהן

תאור כללי של הקורס:

זהו קורס אינטגרטיבי המשלב הרצאות ומעבדות בנירוביולוגיה, ניורואנטומיה, ניורופיזיולוגיה והיסטולוגיה של רקמה עצבית. הקורס ניתן כבלוק של כ-5 שבועות ובסה"כ כ-120 שעות. בקורס חלק מעשי של לימוד מבנה מוח האדם ותיפקודו באמצעות מעבדות נתיחת המוח ומעבדות ותרגולים בפיזיולוגיה ובהיסטולוגיה. פירוט מדוקדק של הנושאים מופיע בתכנית הקורס להלן. בקצרה, התכנים כוללים לימוד מבנה והרכב התאים של מערכת העצבים ותכונותיהם הביופיזיות, ארגון ניורונים למעגלים אנטומיים ופיזיולוגיים פונקציונליים ובחינת התכונות הסינפטיות של ניורונים במערכת העצבים המרכזית. בהמשך נלמדת תגובת מערכת העצבים לטראומה והאפשרויות להתחדשות. לאחר מכן נלמדים בצורה אנטגרטיבית המבנה והתפקוד של מערכות חישה כגון מגע, כאב, טמפרטורה, ראייה ושמיעה, ושל המערכת המוטורית ומערכות הבקרה (צרבלום, גרעינים בזלים). כמו-כן, נלמדים המבנה והתפקיד של המערכת הלימבית, ההיפותלמוס וההיפופיזה. בסיום נלמדים קליפת המוח והפונקציות הגבוהות (למשל, שפה).

מטרות הקורס:

להקנות לסטודנטים ידע במבנה ובתפקוד מערכת העצבים המרכזית (מוח וחוט שדרה) וההיקפית על כל מרכיביה, תוך הכרה ויישום של העקרונות ההתפתחותיים והנירוביולוגיים הבסיסיים; להביא להבנה מעמיקה של הקשר בין המבנה והתפקוד במצב הנורמלי הבריא, ובמצבי חבלה ומחלות ניורולוגיות

תוצרי למידה

בסיומו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים:

- להכיר ולזהות את פרטי המבנים במערכת העצבים המרכזית (מוח וחוט שדרה) וההיקפית.
- להסביר כיצד המערכת מורכבת תוך הכרה ויישום של עקרונות התפתחותיים ונירוביולוגיים.
- להבין ולהסביר כיצד מבצעת המערכת העצבית את תפקידיה באדם בריא (תחושות, תנועות, רגשות, פונקציות גבוהות).
- להבין ולדעת לצפות את התוצאות של חבלות ספציפיות במערכת ושל מחלות ניורולוגיות.

דרישות נוכחות (%) :

100% השתתפות התלמידים בכל מסגרות הקורס (שיעורים, תרגילים, מעבדות, דיסקציות) היא חובה. אי השתתפות סדירה בלימודים אלה עלולה להוריד מציון הקורס או לשלול מן התלמיד את זכותו לקבל ציון סופי בקורס.

שיטת ההוראה בקורס: הרצאות ומעבדות נתיחה, מעבדות וסדנאות בפיזיולוגיה והיסטולוגיה עם הנחייה אישית ודיון, בשילוב עם תוכנות תלת-ממדיות והדמיה המיועדות ללימוד מבנה ותפקוד המוח ומערכת העצבים.

רשימת נושאים / תכנית הלימודים בקורס:

1. מערכת העצבים: מבוא כללי

2. המרכיב התאי של מערכת העצבים:

תאי גליה ותאי עצב - קלסיפיקציה. אקסונים, טרנספורט באקסון, מיאלין. ארגון תפקודי של תא העצב.

3. מודלים ושיטות בחקר מערכת העצבים.

מודלים *in vitro* ו- *in vivo* - תרבות רקמה, פרוסות מוח, תאים מבודדים. רישום תוך-תאי וחוץ-תאי. דימות ברמה תאית ומערכתית. שיטות מולקולריות בחקר מערכת העצבים. 4. סינפסות

• סינפסות מעוררות במוח. פוטנציאלים וזרמים פוסטסינפטיים מעוררים. סינפסות סומטיות ודנדריטיות. *axon initial segment* - תפקיד. בדנדריטים הגברה מנגנוני. ורחוקות קרובות סינפסות. *Spines*. שיחרור גלוטמט. רצפטורים יונטורופיים ומטבורופיים לגלוטמט. רצפטורים מטיפוס AMPA ו-NMDA - הבדלים ותכונות אופייניות. חסימה של רצפטורי NMDA ע"י מגנזיום. פרמקולוגיה של רצפטורים גלוטמטרגיים.

• פלסטיות של סינפסות וזיכרון. תפקיד ההיפוקמפוס בזכרון. פציאנט HM. התמצאות במרחב. מבוך המים העכורים של מוריס. פוטנציאציה ארוכת טווח (LTP) - מנגנונים אפשריים. תפקיד LTP בלמידה ובזכרון. הנדסה גנטית של רצפטורי NMDA. אקסיטוטוקסיות.

• סינפסות מעכבות במוח. גליצין ו-GABA. מנגנונים של עיכוב פוסטסינפטי. פוטנציאלים וזרמים פוסטסינפטיים מעוררים. ויסות ריכוז כלוריד בציטופלסמה - משאבות ומשחלפים. רצפטורים של GABA מטיפוס A ו-B. מבנה הרצפטור A-GABA. פרמקולוגיה של רצפטורי GABA - ברביטורטים, בנזודיאזפינים, פוליאמינים, פניצילין וחסמים נוספים. תפקיד האתר הבנזודיאזפיני בהתנהגות חרדתית. עיכוב פרהסינפטי. Rundown של תגובות ל-GABA והתקפים אפילפטיים. 5. תאי גליה ותפקידיהם.

סוגי תאי גליה. פיזיולוגיה של אסטרואיטים. מוליכות לאשלגן. גלי סידן. שיחרור גליוטרנסמיטרים. תפקיד אסטרואיטים בסינפסות. תפקיד אסטרואיטים בוויסות אשלגן חוץ-תאי והקשר להתקפים אפילפטיים. תפקיד אסטרואיטים בצימוד עצבי-ואסקולרי. הקשר לדימות מוחי. יחסי גומלין בין נוירונים לאסטרואיטים בפעילות נורמלית ופתולוגית.

6. תגובת מערכת העצבים לחבלה

השפעות טרופיות בין תאי עצב לבין תאי מטרה: ניוון וולריאני. מוות תאי עצב. שינויים מורפולוגיים מולקולריים ותפקודיים בגופי תאי העצב החבולים. רגנרציה. יצירת סינפסות. פלסטיות-הנבטת, יצירת והעלמות סינפסות. שינוי דנרווציה. NGF כמודל לוויסות טרופי.

7. הארגון האנטומי של חוט השדרה ועצבים ספינליים:

חומר לבן-ארגון בעמדות, חומר אפור-קרן וונטרלית, קרן דורזלית, שכבות ע"ש Rexed. שורש דורזלי, שורש וונטרלי, עצבים ספינליים. reflex flexor כדוגמא לארגון תפקודי.

8. מערכת סומטוסנסורית

• מערכת חושים. היבטים של תחושה - עצמה, מודליות, מיקום, אפקט. תחושה ותפיסה. סוגי חיישנים.

- מכאנו-, תרמו-, כימו- ונוצי-צפטורים. מערכת סומטוסנסורית של חוש המגע והלחץ. עצבוב חושי של העור. סוגי סיבים תחושתיים. סוגי מכאנורצפטורים. החישה כמתמר. מנגנון התמרה בגופי פאציני. זרם התמרה. פוטנציאל רצפטור. תעלות רגישות למתח- מכאני. תפקיד המעטפת. אדפטציה של החישה. חישנים בעלי אדפטציה מהירה ואיטית.
- חוש המגע והלחץ. גופי מרקל - מבנה ותפקיד תאי מרקל. שדה תחושי. מידת גודל השדה התחושי. הקשר בין גודל השדה התחושי ואבחנה בין שתי נקודות גירוי (noticeable just difference). במפרקים מכאנורצפטורים. סטאטית ותגובה דינמית תגובה. הגירוי עוצמת קידוד. הפרופיוצפציה.
 - מסלולים סומטוסנסוריים מרכזיים. מערכת ה-*lemniscus medial* לתחושה דיסקרימינטיבית ותחושה פרופריוצפטיבית. המערכת ה-*spinothalamic* לתחושה כאב ותחושה לא דיסקרימינטיבית. משמעויות קליניות של פגיעות באזורים שונים של המסלולים התחושתיים. ארגון קליפת המוח הסומטוסנסורית-*homunculus*, שינויים פלסטיים בקורטקס הסומטוסנסורי.
 - *Evoked potentials*. פאראסטיות (projected pain) מושלכת תחושה. הסומטוסנסורי הראשוני. עמודות קורטיקליות. שדות תחושתיים של נירונים בקורטקס. עיכוב לטרלי. נירונים חד- ורב-מודליים. קורטקס פריאטלי אחורי.
 - חוש הכאב - היבטים אישיים, חברתיים ותרבותיים. אנלגיה קונגניטלית. סוגי כאב. כאב פיזיולוגי - מהיר ואיטי. כאב דלקתי. כאב נירופאתי. כאב פנטום. היפראלגיה ואלודיניה. סיבי כאב - סיבי C וסיבי היקפית סנסיטיזציה. קפסיצין. TRP. תעלות. עירומים עצבים קצות - לכאב חישנים. דלתה A פרוסגלנדינים. נירורנסמיטרים בסיבים נוציצפטיביים. חומר P. מנגנוני אילחוש מקומי. לידוקאין. סנסיטיזציה מרכזית ו-LTP.
 - מסלולי ומרכזי כאב במוח. כאב מיוחס (*pain referred*). אוטם בעורקים כליליים וכאב. תיאוריית שער הכאב בקרן הדורזלית של חוט השדרה. יחסי גומלין בין סיבי כאב לבין סיבי A בתה. אינטרניורנים אנקפלינרגיים. מרכזים ומסלולים אנלגטיים במוח. אנלגיה במצבי דחק, אנלגיה על ידי אופיאטים. סוגי אופיאטים אקזוגניים ואנדוגניים. מורפין והרואין. אנקפלינים. עיכוב יורד. מנגנוני עקצוץ.
9. מערכת הראיה:
- חוש הראיה. מבנה העין. הסטולגיה של העין: מטרת חלק זה היא להקנות ידע על המבנה הרקמתי של העין, תוך שימת דגש על הקשר בין מבנה הרקמה לבין תפקודה. הקורס כולל סדנא בה התלמידים מתבוננים בתתקנים היסטולוגיים של העין. לפני הסדנא תנתן הקדמה בה יוצגו התתקנים שיראו במעבדה, באמצעות שקופיות או באמצעות סרטי וידאו.
 - מסלול הראיה. משמעויות קליניות של פגיעות במסלול הראיה. סוגי התאים ברשתית. תפקיד אפיתל הפיגמנט. לבקנות. סוגי פוטורצפטורים. קנים ומדוכים - הבדלים במבנה ובפיזור ברשתית. מקולה. דגנרציה יבשה ורטובה של המקולה. פוביאה. חדות ראייה. שדות רצפט יבשים של תאי גנגליון מטיפוס On-center ו-off-center.
 - תהליך ההתמרה בפוטורצפטורים. תעלות תלויות GMP-cyclic. ויסות ריכוז ע"י גואנילט ציקלז ופוספודיאסטרז. תעלות זרם החושך. מבנה רודופסין. עירור הרודופסין ע"י פוטונים. אדפטציה לאור. שיחרור גלומט מפוטורצפטורים. תאים ביפולריים. עיכוב לטרלי ע"י תאים הוריזונטליים. תאי גנגליון רגשים לאור באופן עצמותי. מלנואופסין.
 - ספקטרום בליעה של מדוכים. ראיית צבע. עיוורון צבע חלקי ומלא. מסלולי ראייה. *Blindsight*. שדה ראייה ימני ושמאלי. ראייה מונוקולרית ובינוקולרית. תפקיד ה-LGB. שדות רצפטיביים בקורטקס ראייתי ראשוני. נירונים פשוטים ומורכבים. עמודות אוריינטציה. מרכזי ראייה באונה עורפית וטמפורלית. אגנוזיות. פרזופגנוזיה. מרכזים לזיהוי פרצופים במוח.
 - רפלקס האור ורפלקס האקומודציה. ארגון הקורקטס הראיתי לעמידות העדפה עינית. תאים מונוקלריים ותאים בינוקלריים. התפתחות עמדות העדפה עינית- השפעות הניסיון הראיתי.
8. מערכת השמיעה:
- חוש השמיעה. מבנה האזן. מסלול השמיעה. משמעויות קליניות של פגיעות במסלול השמיעה. תכונות גל הקול. סולם הדציבלים. היבטים של תחושות שמע - עצמה, צליל, גוון, מיקום במרחב. אנליזת

פורייה. אֶזן חיצונית, תיכונה, ופנימית. תפקיד האפרכסת. תפקידי עור התוף וגרמי השמע. דלקות באוזן התיכונה. אודיגרם. ירידה בשמיעה הולכתית וסנסוריונרלית. אוטוסקלרוזיס. רפקלס הסטפדיוס.

- מבנה האֶזן הפנימית (קוכליאה). נוזל פרילימפטי ואנדולימפסטי. סטריה וסקולריס. ממברנה בזילרית ואבר השמע של קורטי. תדירות אופיינית ועקומות כיוון של סיבי עצב השמע. ארגון טונוטופי של הקוכליאה. תאי שיער חיצוניים ופנימיים. עצבוב אפרנטי ואיפרנטי ע"י סיבי עצב השמע. סטריאוציליה וקינוציליום. תהליך ההתמרה בתאי שיער. תהודה חשמלית ומכאנית של תאי שיער. מנגנון ההגבר הקוכליארי. emissions acoustical-Oto. טיניטוס. תרופות אוטוטוקסיות. מסלולים שמיעתיים. אירגון. במרחב הקול מיקום מנגנון. מוחי מוות לקביעת חשיבות. השמע במסלול Evoked potentials טונוטופי של קליפת המוח השמיעתית. שתל קוכליארי.

10. המערכת המוטורית

תנועות רצוניות ותנועות אוטומטיות, מבנה ארגוני של המערכת המוטורית וחלקיה.

- מכאנורצפטורים בשרירים – כישור השריר ואבר הגיד של גולג'י. עצבוב תחושת מוטורי של כישור השריר. רפקלס המתיחה. בקרת התנועה ע"י כישור השריר. אבר וסטיבולרי. תפקידי האברים האוטולוטיים. מבנה ופעולת המקולה בהתמרת תאוצה לינארית. מבנה ופעולת התעלות הסמיצירקולריות בהתמרת תאוצה זוויתית. רפקלסים של יציבה. רפקלס וסטיבולו-אוקולרי. ניסגמוס נורמלי ופאתולוגי. ניסגמוס קלורי.
- חוט השדרה: נוירונים מוטורים ומסלולי רפקלסים עיקריים בחוט השדרה, יחידות מוטוריות, רשתות אינטרנוירונים, מיקומן בחוט השדרה ותפקידיהן.
- אתחול תנועה רצונית. potentials evoked Motor. מבנה ותפקידי הגרעינים הבזליים: מסלולים בין הגנגליה הבזלים, מעגלים בין הגנגליה לקורטקס, פגיעות בגנגליה הבזלים, מחלת פרקינסון, הנטינגטון כוריאה, המיבלזמוס.
- מבנה ותפקידי צרבלום: ציטוארכיטקטורה של קליפת הצרבלום, חלוקה תפקודית בצרבלום, הספינוצרבלום, צרברוצרבלום והוסיטיבולוצרבלום, מסלולים afferent & efferent בצרבלום, פגיעות צרבריות שונות משמעותיהן הקליניות.
- מרכזים מוטוריים ראשוניים ומשניים. ארגון מיוטופי של קליפת המוח. וקטור הכיוון של נוירונים בודדים ואוכלוסיות נוירונים בקליפת המוח הראשוניים. ממשק מוח-מכונה.
- מסלולים מוטוריים יורדים:
- אזורים מוטורים בקורטקס, המסלול הקורטיקוספינלי והקורטיקובולברי, המסלול הרטיקולוספינלי והקורטיקורטיקולרי, המסלול הוסיטיבולוספינלי והמסלול הרוברוספינלי. פגיעות ב-motor upper הקליניות ומשמעותיהן lower motor neuron ב- פגיעות neuron, אינטגרציה במערכת המוטורית ושימושה הפונקציונלי בבקרת התנועה.

11. ההיפותלמוס וההיפופיזה:

גרעינים בהיפותלמוס (מיקום ותפקיד), קשרים עם מערכת עצבים אוטונומית, קשרים עם המערכת האנדוקרינית, בלוטת ההיפופיזה (מיבנה ותפקיד).

12. המערכת הלימבית:

האונה הלימבית והמערכת הלימבית, מעגל ה"רגשות" לפי Papez, ה- Amygdala מיבנה ותפקיד בביטוי רגשות), ה- Hippocampus (מיבנה ותפקיד).

13. ארגון תפקודי של קליפת המוח ותפקודים עילאיים:

חלוקה ע"פ Brodman, מרכזים ראשוניים ואסוציאטיבים. לטרליזציה של פונקציות. הבסיס האנטומי לשימוש בשפה. דוגמאות לפגיעות באזורים קורטקליים ומשמעותיהן הקליניות- aphasia ודוגמאות נוספות.

מבנה מוח האדם (הרצאות ומעבדות דיסקציה)

1. המבנה הכללי של המוח: התפתחות המוח והכרת חלקי המוח הבוגר. קרומי המוח, מיבנים הגזורים מהם, ונוזל המוח והשדרה (CSF). אספקת הדם וניקוז הדם וה-CSF מהמוח. עצבים קרניאליים.
2. הצרברום, המוח הגדול:
- המיספרות, חלוקה טופוגרפית, הקורטקס, מיפוי אזורים (אנטומי-פונקציונאלי), האינסולה.

- החומר הלבן - מערכות הסיבים: *projection, commissural, association*
- הגרעינים הבזליים (*striatum Corpus*): הרכיבים, ארגון אנטומי ופונקציונאלי הגרעין *amygdale* ;
 ה- *capsule Internal*
3. הדיאנצפלון, החדרים הלטרליים והחדר השלישי: אזורים וגרעינים בדיאנצפלון. מיבנים נילווים
 לחדרים לטרליים והשלישי ואירגונם המרחבי. התפתחות הצרברום והדיאנצפלון, התפתחות האונה
 הטמפורלית. אזורי יצירת ה-CSF
4. חתכים: זיהוי מיבני המוח בחתכים, ובהדמיה.
5. גזע המוח: אירגון, אזורים וגרעינים ב- *oblongata Medulla, Pons, Midbrain*
6. הצרבלום: ארגון אנטומי מקרוסקופי ותיפקודי של קורטקס, סיבים וגרעינים.
6. החדר הרביעי: גבולות, מבנים שכנים, פתחים, יצירת וניקוז CSF.

חומר חובה לקריאה:

- חוברת מעבדה "Brain Human the of Dissector s'Gitlin" שתסופק באתר הקורס:
 - פרקים מהספר: *Raven-Lippincot .A.J, Kiernan, System Nervous Human The s'Barr*
 - אטלס אנטומי: *Sobota/Netter* /אחר

חומר לקריאה נוספת:

ראה רשימה באנגלית

הערכת הקורס - הרכב הציון הסופי :

- מבחן מסכם בכתב/בחינה בעל פה 57 %
 הרצאה 0 %
 השתתפות 0 %
 הגשת עבודה 0 %
 הגשת תרגילים 0 %
 הגשת דו"חות 0 %
 פרויקט מחקר 0 %
 בחנים 20 %
 אחר 23 %
 בחינה מעשית

מידע נוסף / הערות: