

האוניברסיטה העברית בירושלים

סילבוס

מערכת הנשימה של האדם הבריא - 96202

תאריך עדכון אחרון 14-09-2022

נקודות זכות באוניברסיטה העברית: 3.5

תואר: בוגר

היחידה האקדמית שאחראית על הקורס: רפואה

השנה הראשונה בתואר בה ניתן ללמוד את הקורס: 0

סמסטר: סמסטר א'

שפת ההוראה: עברית

זמפים: עין כרם

מורה אחראי על הקורס (רכم): ד"ר אנна נחשון

דוא"ל של המורה האחראי על הקורס: anna.nachshon@mail.huji.ac.il

שעות קבלה של רכז הקורס: בתיום מראש

מורים הקורס:

ד"ר אנה נחשון,
ד"ר סمير נסיר,
פרופ' דורית שחם,
פרופ' נויל ברקמן,
ד"ר רותם לנגה

תאור כללי של הקורס:
הקורס יעסוק בתפקוד ומבנה תקין של מערכת הנשימה

מטרות הקורס:
להציג לתלמידים את המבנה ועקרונות הפעולות של מערכת הנשימה באדם הבריאות.

תצריך למידה
בסיומו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים:
יכרו את המבנה האנטומי המקורס קופי של הריאה ומערכת הנשימה כולל העצבים ואספקת הדם של המערכת.

יתארו את המבנה האנטומי של הריאה ודרך הנשימה ויסבירו את הפיזיולוגיה של זרימת האויר וזרימת הדם באיבר

יבינו את התפקיד הנורמלי של אזור הריאה השונים תוך התייחסות לתהליכי האוורור, זרימת הדם הריאתית והתייאום ביניהם.

- יכירו את הבסיס והשיטות לקביעת תפקודי ריאה, יכירו את מעורבות הריאה בקביעת ריכוז חמצן, דז תחמושת הפחמן ומאזן חומצה בסיס בدم העורק.

יכרו את המחלות העיקריות של מערכת הנשימה ואת הבסיס הפיזיולוגי שלהן.

יתארו את הבקרה העצבית והאוטונומית של מערכת הנשימה.

יכרו את יחסם הגומלין של מערכת הנשימה עם המערכת הקרדיו-יסකולרית והכליה לייצור ההורמואסטזים של הנזול החוץ תא.

דרישות נוכחות (%):
דרישת נוכחות בהרצאות הפרונטליות כהיקף של 80% לפחות. יש דרישת נוכחות של 100% בתרגילים, מעבדות ובדים^{סקציוני}

שיטת ההוראה בקורס: הוראה ע"י הרצאות של מומחים לכל תחום, תרגולים ודיוונים בקבוצות קטנות, דיסקציות של גוף אדם (אנטומיה), מעבדות של הסטכליות וניתוח תכשירים (היסטולוגיה).

רשימת נושאים / תכנית הלימודים בקורס:

1. אנטומיה של הריאה ודרך האויר: 2 שעות
מעבדה באנטומיה: 3 שעות

2. היסטולוגיה: - 2 שעות
מעבדה בהיסטולוגיה (ממוחשב): 3 שעות

3. דימות: 2 שעות

4. פיזיולוגיה: 23 שעות
מעבדה בפיזיולוגיה: 8 שעות
תרגיל בפיזיולוגיה: 2 שעות

4.1. הגדרה של נשימה
4.2. מכינקה של נשימה: סטטית ודינמית

נפח ריאה: נפחים שמשתתפים בנשימה, נפחים שפועלים באמצעות נשמתי מוגבר, נפח שאר
תכונות פיזיקליות רלוונטיות לנשימה: חוק Boyle, מתח פנים.
מודל של ריאה מבודדת, יחסי גומלין בין נפח לחץ.
היענות ואילסטיות של הריאה

מכינקה דינמית:

שריר נשימה

כוחות רתיעה של דופן בית החזה ושל הריאה

לחץ חור-פלאורי

נפח שאר

ספירומטריה, לולאות זרימה-נפח, פגם חסימת לעומת פגם מגבלתי (רטסטרקטיבי)
תനודות בנתבי אויר ומוליכות, והקשר לנפח הריאה

חסימה דינמית

4.3. הובלת חמצן בدم
צורות ההימצאות של חמצן: באוויר, מומס בדם, וקשר להימוגLOBין בצדדיות הדם האדומות
לחץ הבرومטרי, לחץ חלקיקי של חמצן באוויר הנשאף, לחץ אלביאולרי חלקיקי של חמצן, ולחץ אדי
המים.

הובלת החמצן בدم בשתי צורות: 1) חמצן מומס בדם 2) חמצן הקשור להימוגLOBין
מבנה הימוגLOBין
כמות החמצן בדם (קיבולת הימוגLOBין לקשירת חמצן, ריווין חמצן, תכולת חמצן)
עקבות ההיקשרות של חמצן (דיסוסיציה)
מדידה ישירה של קליטת (צריכת) חמצן (זמן צנטור של לב ימני)
סטטיסט עקבות הדיסוסיציה ימניה ושמאליה, אפקט ע"ש Bohr

הובלת פחמן דו-חמצני (פדי"ח) בדם
שלוש צורות הובלת פדי"ח: מומס, ביירובונט, קשר לחלבון (למשל, דרך שיר החנקן בשרשת
הhimoglobin)

עקבות ההיקשרות של פדי"ח
אפקט Haldane

4.4. מחזר דם ריאתי

כל' דם אלביאולריים וקסטרא-אלביאולריים תגונת בкл' דם ריאתיים, ערלים בגובה סף הימ' וגביהם גורמים שימושיים על התגונת לזרימה בכל' דם: הרחבת כל' דם וגיאס קפילרót השפעת לחצים בתחום עליית הלב השמאלית על התגונת בכל' דם ריאתיים (תפקוד לקוי של שריר הלב, מחלת מסתם מיטרלי)

השפעת שינוי הנפח הריאתי על התגונת בכל' דם ריאתיים פיזר זרימת הדם הריאתי, מאזן הכוחות בין החלץ האלביאולרי, והחלץ העורקי והורידי היצרות של כל' דם ריאתיים בתגובה להיפוקסיה אלביאולרית גיש ריאתי ובצקת ריאות: מאزن נזולים חז-תאי בראיות: מעבר נוזל דרך אנדותל קפילרי, לחץ הידרוסטטי וקולואידי

4.5. הקשר בין איוורור לפרפוזיה (זרימת דם)

התאמה בין איוורור לפרפוזיה
תרשים CO2-O2
פיזור של פרפוזיה ופרפוזיה בתנוחה אנטית של הגוף (עמידה/ישיבה)
אי-התאמה בין פרפוזיה לאיוורור
אפשרויות: איוורור לא אחד או פרפוזיה לא אחת

הערכת איוורור בלתי אחד
מדידה של חנקן ננשף, לאחר שאיפת 100% חמצן.
נפח סגירה באימפרזה ריאתית
שיטיפת חנקן ודילול שלו באוויר ננשף, בזמן נשימה של 100% חמצן

הערכת פרפוזיה לא אחת:
שימוש בסמנים רדיואקטיביים
מייפוי ריאה וධיה של תסחיף ריאתי

חוסר התאמה של איוורור ופרפוזיה
דיל' (שאנט) פיזיולוגי, שווה לדיל' אנטומי יחד עם דיל' תוך ריאתי
דיל' תוך ריאתי: דם שמתקנן מאיזוריים עם יחס איוורור פרפוזיה (V/Q) נמוך
משוואת דיל' (שאנט) מבוססת על חישוב של כמות חמצן בדם
חישוב דיל' מוחלט מבוצע לאחר מתן חמצן 100%

נפח מת: איוורור ש מגיע לאלביאולות שאיןם מקבלות זרימת דם (פרפוזיה)
נפח מת פיזיולוגי בניי מנפח מת אנטומי יחד עם נפח מת אלביאולרי (איוורור לאלביאולות שאין בהם
פרפוזיה)

הערכת הנפח המת האנטומי (Shunt method)
הערכת הנפח המת הפיזיולוגי שבססת על מדידת לחץ חלקி באוויר ננשף (PCO₂ tidal- end)
(משוואת Bohr)

דרכים להערכת אי-התאמה בין האיוורור לפרפוזיה
הפרש לחץ חלקי של חמצן בין אלביאולות לדם העורקי
משוואת הגז האלביאולרי

מצבים שגורמים להיפוקסמייה:
היפונטציה
לחץ חלקי של חמצן נמוך באוויר הנשאף
הגבלת בדיפוזיה
יחס איזורו לפרפוזיה נמוך
דף (אייזרים שבהם יחס איזורו לפרפוזיה הינו 0)

6.4. הערכת תפקוד נשימתנו
מדידת נפח ריאה, כולל נפחים שאינם משתתפים באופן פעיל באיזורו
פלטיסמוגרפיה
בסיס פיזיקלי שימוש שמשמש במידידות: חוק Boyle, תנודות ומוליכות, זרימה למינרית ומערבולית.
קביעת נפח הגז שארى בבית החזה *gas thoracic volume* בשיטה פלאטיסמוגרפית
שימוש בדילול גז אינרטי (הליום) בקביעת הגז בבית החזה *residual functional capacity*

הפרעה מגבלתית לעומת חסימתית בתפקוד ריאה
בקرت איקות המדידה של נפח ריאה

7.4. דיפוזיה (פעוף) של חמצן דרך מחיצה אלביאולרית וואסקולרית
חוק Fick
גורמים שימושיים על דיפוזיה: שטח, עובי מחיצה, מפל הלחץ, קבוע הדיפוזיה
שימוש בפחמן חד-חמצני לקביעת דיפוזיה
קביעת קצב ההובלה של פחמן חד-חמצני (*TLCO*, monoxide carbon for factor transfer)
דיפוזיה וקבע *KCO*
משמעות קלינית של *TLCO* ו*KCO*

8.4. ויסות של נשימה
גורמים שימושיים בויסות של נשימה
תאי עצב, תאי עצב מוטוריים, גירוי של שריריו נשימה
כימורצפטורים: מרכזים, היקפים, גדים בدم, *Hb* ושינוי באיזורו
בקרה מרכזית: קליפת המוח (קורטקס), מערכת למבית, היפוותלים.
אפקטורים: הסרעפת, שרירים בין-צלעים (אנטרקוסטליים), שרירי דופן הבطن
שרירי עזר (כגון *sternocleidomastoides*), שרירי דופן הבطن
תיאום בין שרירי הנשימה השונים

חישנים נוספים (כגון חישני מתח מכני ברכמת הריאות)
חישנים היקפים: באיזור נתבי אויר עליונים, חישנים מכניים במפרקים ובשרירי השلد, חישני לחץ
(ברוריצפטורים), חישני כאב

השפעת אי-התאמה בין פרפוזיה לאיזורו על לחץ חלקי של פחמן דו חמצני
הקשר בין התגובה ההדרגתית ללחקים חלקים של חמצן ופחמן דו-חמצני
הדחף הנשימתי *drive ventilatory*: דיכוי התגובה לעליית PCO_2 בנסיבות רמות גבהות של PO_2
התגובה ל PCO_2 גבוהה מופחתת במצב שונה לעומת ערנות
הדחף הנשימתי כתגובה לרידה של PO_2 מוגבר יותר בנסיבות PCO_2 גבוהה

4.9. מאוזן חומצה בסיס

הגדירות
חומרה, בסיס, חזקה של חומרה, מערכות בופר, *H*
פירוק של חומרה, משוואת *Hasselbalch-Henderson*
עקבות *Davenport*
תרומת תפקיד הכליה בויסות מאזן חומרה-בסיס

הפרעות במאזן בסיס חומרה
חומרה ובססת נשימתי
חומרה ובססת מטבולית
חומרה עם מרווה אণוי גדול

4.10. מערכת הנשימה במצב דחק: צלילה וגבאים

צלילה במים عمוקים
תערובות אויר שימושים בצלילה: אויר רגיל, תערובת אויר מועשת בחמצן, תערובת מועשת בחמצן והליום.

השפעת לחצים ברומטריים גבוהים, הגברת צפיפות האויר ובכך עבודת הנשימה הליום עם צפיפות נמוכה, מוריד התנגדות לזרימה ומעליה מוליכות של האויר

תכונות פיזיקליות של חנקן
שינוי תכונות חנקן וצורה שלו בركמות בזמן צלילה
מחלת דקומפרסיה ושימוש בתא לחץ
נרקוזיס ו"שיכרון עמקים"

הימצאות בגבאים:
הקשר בין גבאים לחמצן נשאי
התאקלמות חדה לגבאים
בססת (אלקלוזיס) נשימתי ודיכוי דחף נשימתי פוגמים בהתאקלמות
עיכוב פרמקולוגי של אנדים *anhydrase carbonic*
פוליצטמיה משנית
שינויים בעקבות ההיקשרות (דיסוסיציה) של ההימוגלובין: היפוקסיה וחומרה מטבולית לעומת בססת נשימתי

היפוקסיה כרונית ולייד ריאת'
מחלת גבאים (הרמים) חדה וכרונית

יעז טרום-טישה באנשים עם מחלת ריאתית כרונית
 מבחן הדמית (סימולציה) גבאים

- 11.4. פיזיולוגיה של מאיץ
11.1.4. תנובה למאמץ, מסלולים מטבולים (איירובי ואנ-איירובי) בעוצמות שונות של מאיץ, צריכה
חמצן, תנובה קרדיו-סזקולרית, תנובה נשימתי.
11.2.4. הגדרת סף אונאיירובי בשיטות שונות, פיצוי נשימתי בתגובה לחומרה מטבולית, *isocapnic phase*
אנרגטית ניצולת, מאיץ של תרמודינמיקה עיקרון,
11.3.4. עקרונות מבחן מאיץ לב-ריאת מהדורג

11.3.1 תגובה נורמלית למאם מדווג לבבי-ריאתי, הערכת כושר גופני.

11.3.2 פתופיזיולוגיה של מאם, תגובה מאם ב COPD, איספיקת לב, וליד ריאתי

12.4. מעבדת נשימה בסיסית:

מודל מכני של ריאה - לחץ המערכת $P_{a,IPP}$, הנשמה חיובית, פניאומוטורקס
חילופי גזים ולחצים חלקיים של גזים בזמן נשימה - משוואת הגזים, נק' אינספירטורית, נק' אלואולרית,
צורות הנשמה שונות, עצירת נשימה

ספירומטריה פשוטה - FVC, SVC

13.4. מעבדת נשימה מתקדמת:

מבחן מאם - לחץ הגזים, דופק, TV
period isocapnic, threshold anaerobic, FRC פיזיולוגי, FRC אנטומי
פלטיסמוגרפ - מדידת דיפוזיה, התנגדות דרכי האוויר, FRC פיזיולוגי, FRC אנטומי

חומר חובה לקריאה:

Respiratory physiology, J. West.

חומר לקריאה נוספת:

חזה אויר

טיפול בהיפוקסמייה ע"י השכבה על הבطن
(ניתן ב moodle)

מרכיבי הציון הסופי:

מידע נוסף / הערות: