



ההסתדרות הרפואית בישראל

המועצה המדעית

השתלמות עמיתים בדימות בית החזה והלב
Syllabus

ינואר 2021

רקע

השתלמות העמיתים נועדה להרחיב ולהעמיק את הידע, הגישה והמיומנויות של הרדיולוג בהקשר של היבטיו הייחודיים של המקצוע, ולהתמקצע בתחומים השונים.

דימות בית החזה והלב עוסק במערכת הנשימה והלב, כולל מחלות ריאה, מחלות של הפרנכימה הריאתית כלי הדם הריאתיים ושל הלב, ויחסי הגומלין הפיזיולוגיים בין מערכות אלה השלובות זו בזו, כחלק ממחלות סיסטמיות, או כמחלות היחודיות לריאות או לכלי הדם הריאתיים או ללב. דימות בית החזה עוסק גם במחלות המערבות מבנים אנטומיים נוספים בבית החזה, כגון המיצר, קרום הריאה ודופן בית החזה. האבחון בדימות החזה כולל את אמצעי הדימות הבאים: צילומי נטגן רגילים, CT ו MRI. תחום זה רחב וייחודי, ונלמד באופן מצומצם יותר במסגרת הרוטציות של ההתמחות ברדיולוגיה הכללית.

דרישות הבסיס

מומחה ברדיולוגיה אבחנתית.

מטרות ההשתלמות

הכשרת מומחים ברדיולוגיה בהיבטים המיוחדים של דימות בית החזה והלב, תוך העמקה במחלות השונות, התבטאות ודרכי אבחון, יחסי גומלין בין הריאות ובין כלי הדם הריאתיים והלב ושימוש מושכל באמצעי ההדמיה השונים.

משך ההשתלמות

שנה וחצי במשרה מלאה או 3 שנים בחצי משרה, באישור המועצה המדעית.

ניתן להיעדר מההשתלמות מכל סיבה שהיא לתקופה שלא תעלה על 10% מאורך ההשתלמות כולה. היעדרות זו תיחשב כחלק מהפז"מ ואין צורך להשלימה.

תחומי הידע הנדרשים

המשתלם ירכוש ידע ומיומנויות בנושאים הבאים:

1. ידע תיאורטי מפורט בדימות של מערכות הנשימה והלב בצילומי חזה, בבדיקות CT ו-MRI, כולל הכרת האנטומיה התקינה וזיהוי של פתולוגיות שונות, כפי שהן מתבטאות באמצעי הדימות השונים, אפיון תהליכי המחלה והכרת האבחנה המבדלת, במטרה להגיע לאבחנה סופית תוך הערכת הנתונים הקליניים של מחלות במערכת הלב והנשימה ובאיברים נוספים בבית החזה.
2. ההתוויות הקליניות לבדיקות השונות.
3. ההיבטים הטכניים של ביצוע בדיקות ו/או צילומים, CT ו-MRI, כולל פעולות פולשניות, על מנת לבצע בדיקות ברמה אבחנתית גבוהה, ולמנוע שימוש עודף בחומר ניגוד או חשיפה מופרזת לקרינה. הכשרה מעמיקה בפענוח ההדמיה בבדיקות הדימות, כולל פיתוח הבנה בסיסית בפיענוח של בדיקות נלוות כגון: תפקודי ריאה, PET CT אקוקרדיוגרפיה, צנתור ומיפוי.
4. בניית פרוטוקולים ספציפיים לכל בדיקה ובדיקה לפי השאלה הקלינית, ההתוויה הרפואית וזמינות הבדיקות.
5. שגרת עבודה קלינית במסגרת יחידת דימות בית החזה.

6. עבודת מחקר בתחום דימות בית החזה.

פירוט התחומים הנדרשים

1. הבנה מעמיקה של טכנולוגיות ופרוטוקולים שונים

- Axial / Spiral CT
- Detector technology
- הפיזיקה של X-ray attenuation
- Axial / spiral mode
- טכנולוגיות שונות לרוקונסטרוקציה:
 - o Filter back-projection
 - o Iterative reconstruction technique
 - o Reconstruction parameter

2. הבנה מעמיקה של ביצוע בדיקת ה CT

- זיהוי הפרעות קצב והיכולת לשחזור בדיקה אחרי תיקון הפרעות הקצב
- שליטה במונחים פיזיקאליים החשובים לביצוע הבדיקה:
 - o Tube voltage / Tube current
 - o Scan range
- שיטות הזרקת חומר ניגוד : Single and multi-phase injection
- התאמת פרוטוקולים למצב הקליני של המטופל: השמנת יתר, פרפור פרוזדורים, קלציפקאציות ממושטות, Low cardiac output

3. איכות ובטיחות בדיקת ה CT

- הבנה מעמיקה של פרמטרים המשפיעים על איכות הבדיקה
 - o Image noise
 - o Temporal and spiral resolution
- זיהוי ארטיפקטים כמו: Beam hardening artifacts, partial volume effect, artifacts metal
- אינדיקציות וקונטרה-אינדיקציות לביצוע הבדיקה: כולל שליטה בהנחיות הקליניות לביצוע הבדיקה:

- מחלה כללית
- בדיקות CT בחולים העוברים השתלה מלעורית של המסתם האאורטאלי, TAVI או סגירת אוזנית של העליה השמאלית
- אנדוקרדיטיס
- בדיקות CT לפני אבלציה של ורידי הריאה
- קרינה :
 - הבנת הפרמטרים והפרוטוקולים המשפיעים על כמות הקרינה
 - היכולת לתת קרינה מתאימה למטופל, למצבו הקליני, למבנה גופו ולשאלה הקלינית
 - היכולת להוריד כמות קרינה
- מתן חומר ניגוד :
 - זיהוי תופעות לוואי והיכולת למנוע ולטפל בתופעות הלוואי
 - השפעת החומר על התפקוד הכלייתי, מניעת הפרעה בתפקוד הכלייתי
- השליטה בתרופות הניתנות לפני ביצוע בדיקת ה CT : תופעות לוואי וסיבוכים, מינון, אינדיקציות וקונטרה-אינדיקציות :
 - חוסמי בטא
 - ניטראטים
 - תרופות אנטי-אריטמיות
 - מתן אדינוזין או תרופות אחרות הגורמות לואזוטילאטאציה

4. פיענוח בדיקת Cardiac CT

- שליטת מלאה בשיטות הרקונסטרוקציה :
 - Double oblique cross section
 - Maximum intensity projection
 - Vessel segmentation
 - 3D volume rendering
- Coronary segmentation model
- Myocardial segmentation model

5. הדגמת העורקים הקורונאריים

- אנטומיה קורונארית:
 - Variant and normal anatomy
 - Abnormal origin and course
 - Non-atherosclerotic abnormalities like Kawasaki, Bridging
- אבחון מחלה כלילית על ידי CT:
 - Diagnostic accuracy of cardiac CT
 - יתרונות וחסרונות באבחון מחלה כלילית
 - פרמטרים המשפיעים על רמת הדיוק באבחנה של מחלה כלילית
- אינדיקציות לבדיקה:
 - Stable coronary artery disease
 - Acute chest pain: Triple rule out, cardiac CT in ED
 - Patient selection
 - CT derived fractional flow reserve

6. Coronary calcium imaging

- scan technique
- calcium quantification method
- Role of calcium score in in CAD and its prognostic value

7. בדיקות Cardiac CT, Chest CT ו CTA

- אנגיו של עורקי הריאות
- גילוי מוקדם של סרטן הריאה בעזרת CT בקרינה נמוכה
- בדיקות CT חזה ברזולוציה גבוהה (HRCT)
- בדיקות ל staging של סרטן הריאה
- אבחון של מחלות גרורתיות לחזה, מעורבות חזית ולבבית של גרורות ולימפומה, ומעקב אחר טיפול
- ביופסיות מחט של הריאות והמיצר

- ניקוז נוזל פלאורלי וחזה אויר
- מחלה טרשתית כלילית: אנטומיה כלילית, מחלה כלילית כולל מיקום וחומרה
- שלילת מחלה כלילית תסחיף ריאתי ודיסקציה (Triple Rule out)
- הדגמת ורידי ריאה לפני או אחרי אבלציה
- הדגמת ורידים קורונריים
- תכנון לפני הכנסת occluder לאוזנית עליה שמאל
- בדיקות TAVI (Transaortic aortic valve implantation)
- מומי לב ומומים וסקולריים וריאתיים מולדים
- מחלות של האאורטה, כולל דיסקציה לסוגיה, ווסקולטיס, טרשת ואנורזמות של האאורטה
- מחלות ריאה ומחלות לב-ריאה כחלק ממחלות ססיטמיות, דלקתיות או זיהומיות ומחלות משנית לחשיפה

8. בדיקות MRA MRI של החזה ו Cardiac MRI

- גושים בלב ובמיצר (כולל הכרת ההבדל בין טרומבוס לתהליך תופס מקום אחר)
- הערכת התימוס
- קרדיומיופתיות איסכמיות
- קרדיומיופתיות לא איסכמיות (כולל קרדיומיופתיה היפרטרופית, קרדיומיופתיה מורחבת, סרקואידוזיס, עמילואידוזיס, המוכרו מטוזיס, מיוקרדיטיס)
- מחלות של הפריקרד
- מערכת כלי הדם הריאתיים והאאורטה
- ווסקולטיס (למשל: מחלת טקיישו)
- מומי לב מולדים

מיומנויות קליניות בתקופת ההכשרה והלימוד

1. פענוח צילומי חזה - 1,000 לפחות.
2. תכנון פרוטוקולים, ניהול ביצוע ופענוח CT של החזה - 250 בדיקות, כולל מחלות אינטרסטיציאליות HRCT, הערכת כלי נשימה, גידולים, כלי דם.
3. תכנון פרוטוקולים, ניהול ביצוע, פענוח CT של הלב, סה"כ 300 בדיקות CT לב, ו 50 סריקות עם cardiac gating ללא חומר ניגוד.

מגוון הבדיקות צריך לכלול לכל הפחות :

- 200 הערכת העורקים הכליליים.
 - 50 ורידי הריאה.
 - 25 שורש האאורטה לקראת או לאחר TAVI, וכן לפני סגירת אוזנית, בשאלה של אנדוקרדיטיס לזיהוי אבצס / פיסטולה.
 - 8 בדיקות של Structural cardiac CT כולל מומי לב מולדים, ובדיקות המכילות חישוב תיפקוד חדר שמאל וחדר ימין.
4. תכנון פרוטוקולים ניהול ביצוע ופענוח מודרך של :
- בדיקות MRI לב – 150 בדיקות.
 - MRI של האאורטה והחזה – 30 בדיקות.
 - ביצוע post processing ואנליזה של כל בדיקות Cardiac CT ו MRI MRA Cardiac בהתוויות השונות.
5. השתתפות פעילה וביצוע ביופסיות מונחות דימות של נגעים בריאות ובמדיאסטינום – 40 ביופסיות.
6. פעילות בישיבות מולטידיסציפלינריות :
- א. השתתפות בישיבות המקצועיות של רופאי מחלקת הדימות עם מחלקות הריאות, קרדיולוגיה, פנימיות, כירורגית חזה ולב ועוד.
 - ב. ניהול ישיבות יעוץ מקצועיות (תוך בקרה של רופא דימות מוסמך ללב חזה) עם מחלקות ביה"ח.
 - ג. לקראת סוף תקופת ההשתלמות על המשתלם לנהל בעצמו ישיבות מקצועיות עם המחלקות השונות בביה"ח.
7. קריאה מונחית של ספרי לימוד (TEXTBOOK) ייחודים למקצוע דימות החזה והלב, וכן קריאה של עיתונות רפואית ספציפית ועדכנית.
8. עבודת מחקר - המשתלם ישתתף בעבודת מחקר אחת לפחות במהלך השנה. אם העבודה תתקבל להצגה בכנס מקצועי, יישקל מימון חלקי או מלא על ידי המחלקה, של נסיעתו להצגת העבודה.
9. הוראה למתמחים - על פי דרישת המחלקה ולפי שיקול דעת האחראי. המשתלם יתבקש לתת הוראה אחת לחודש למתמחים בנושא על פי בחירתו בתחום.

דרישות מהמשתלם

1. על המשתלם להגיש בקשה להתחלת השתלמות למועצה המדעית.
2. בסיום ההשתלמות על המשתלם להגיש בקשה בסיום ההשתלמות, בצירוף טופס הערכה, רשימה מפורטת של הניתוחים והמלצה ממנהל היחידה.

1. Radiology + Radiographics
2. Journal of Thoracic Imaging
3. Journal of cardiovascular MRI
4. Imaging Journal of cardiovascular CT
5. Circulation – Cardiovascular Imaging
6. European Heart Journal – Cardiovascular Imaging
7. International Journal of Cardiovascular Imaging

ספרי בסיס וניירות עמדה מומלצים

1. Computed Tomography and Magnetic Resonance of the Thorax, 4th edition. David P. Naidich, V. Richard Webb, Nestor L Muller, Ioannis Vlahos, Glenn A. Krinsky (editors)
2. High Resolution CT of the lung. 5th edition. W. Richard Webb, Nestor L. Muller, David P. Naidich editors)
3. Cardiac CT Imaging: Diagnosis of Cardiovascular Disease 2nd ed. 2010. Matthew J. Budoff (Editor), Jerold S. Shinbane (Editor).
4. Clinical Cardiac MRI. Editors: Bogaert, J., Dymarkowski, S., Taylor, A.M., Muthurangu, V. (Eds.)
5. ACCF/AHA clinical competence statement on cardiac imaging with computed tomography and magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training. J Am Coll Cardiol. 2005 Jul 19; 46(2): 383-402.
6. התוויות לביצוע טומוגרפיה ממוחשבת של הלב. מסמך עמדה משותף מטעם האיגוד הקרדיולוגי ואיגוד הרדיולוגים בישראל. אפריל 2010
7. נייר עמדה: קווים מנחים לבצוע בדיקות MRI של הלב (CMR). מסמך עמדה משותף מטעם האיגוד הקרדיולוגי בישראל ואיגוד הרדיולוגים בישראל. אוגסט 2015.
8. Koen Nieman, Stephan Achenbach, Francesca Pugliese, Bernard Cosyns, Patrizio Lancellotti, Anastasia Kitsiou. Cardiac CT European Association of cardiovascular imaging (EACVI) . European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 16, Issue 4, April 2015, Pages 351–352, <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu298>