

התוויות מתאימות לביצוע טומוגרפיה מחשבית של הלב: מסמך עמדה משותף מטעם האיגוד לקרדיולוגיה והאיגוד לרדיולוגיה בישראל

תקציר:

טומוגרפיה מחשבית של הלב היא טכנולוגיית דימות חדשה יחסית, המאפשרת להדגים היטב את העורקים הכליליים ומבני הלב השונים. עם ההתקדמות הטכנולוגית של הסורקים והעלייה בשימוש בסורקים אלו בהתוויות של הלב, עולה גם הצורך להגדיר בצורה מדויקת יותר את ההתוויות לביצוע הבדיקה. במאמר זה מסוכמות ההתוויות המתאימות לביצוע טומוגרפיה מחשבית של הלב, כפי שסוכמו על ידי ועדה משותפת לאיגוד לקרדיולוגיה ורדיולוגיה בישראל [1].

רונן רובינשטיין¹
אריק וולק¹
אורלי גויטין²
רן קורנבסקי¹
תמר גספר²

גלית אבירם²
אריאל רונין¹
ג'ורג' בלינדר²
יוסף שמש¹
אלי קונן²

¹ האיגוד לקרדיולוגיה בישראל ² האיגוד לרדיולוגיה בישראל
* שני המחברים הראשונים תרמו למאמר במידה זהה.

מילות מפתח: טומוגרפיה מחשבית של הלב; טומוגרפיה מחשבית עם אנגיוגרפיה; מחלת לב כלילית; דירוג סידן.
KEY WORDS: Cardiac computed tomography; CT angiography; Coronary artery disease; Calcium score

הקדמה

טומוגרפיה מחשבית (ט"מ) של הלב (טמ"ל), עם או ללא חומר ניגוד לתוך הווריד, התפתחה בעשור האחרון מיישום מחקרי לכלי אבחוני בעל יישומים קליניים חשובים [2]. למרות הירידה המשמעותית בתמותה ממחלות לב וכלי דם בשלושת העשורים האחרונים – בעיקר עקב שיפור במניעה ראשונית ושניונית של טרשת העורקים – מחלות לב וכלי דם מהוות עדיין גורם תחלואה ותמותה ראשון במעלה בעולם בכלל, ובמדינות המערב בפרט [2]. עם ההתפתחות הטכנולוגית של הסורקים הממוחשבים הרב פרוסתניים, השתפר גם דיוקם באבחון מחלת לב כלילית [3], ובמקביל חלה ירידה משמעותית בחשיפה של הנבדק לקרינה מייננת [2]. בשנים האחרונות, גבר הצורך לבסס את הביצוע של טמ"ל על עובדות מחקריות [4], ובמקביל התאסף חומר מחקרי וקליני רב לגבי יישומים קליניים של טמ"ל, שהביא להערכה מחודשת של השימוש המיטבי בטמ"ל [5-7]. מטרתנו בסיכום זה היא לעדכן את ההמלצות לביצוע טמ"ל מטעם האיגודים הישראליים לקרדיולוגיה ורדיולוגיה משנת 2005 [8].

ההמלצות המופיעות בהמשך מסמך זה (ובטבלה 1) סוכמו לאחר דיון על ידי ועדת מומחים מייצגת (חמישה חברים מכל איגוד), לאחר סקירת ספרות רחבה, וסקירת ההמלצות מאיגודים בינלאומיים מוכרים, כולל הסיכום העדכני משנת 2010 [5-12]. את הביבליוגרפיות להמלצות הבאות ניתן למצוא בצורה מפורטת במסמכי האיגודים [1].

התוויות קליניות אפשריות לביצוע טומוגרפיה מחשבית של הלב

בירור אמבולטורי של כאבים בבית החזה:

• בנבדק בסבירות נמוכה עד בינונית למחלה כלילית חסימתית, בפרט אם אינו מסוגל לבצע מאמץ אבחוני ו/או בנוכחות תרשים א"ק המקשה על פענוח (כגון CLBBB, שינויי ר־פולרציזה).

• בנבדק עם תבחין מאמץ, מיפוי, או אקו לב במאמץ שאינם חד משמעיים או שאינם ניתנים לפענוח, הנדרש להמשך בירור.

■ **טומוגרפיה מחשבית של הלב (עם או ללא חומר ניגוד לתוך הווריד) היא אמצעי דימות רב עוצמה, המאפשר להדגים היטב מצבים תקינים ופתולוגיים בכלי הדם הכליליים, בכלי הדם הגדולים ובמבני הלב השונים.**

■ **טומוגרפיה מחשבית של הלב ראוי שתבצע בהוריות מתאימות, כדי לשפר את יעילות הבדיקה ולצמצם את החסרונות האפשריים ביישום לא מתאים.**

■ **הוועדה המשותפת לאיגוד לקרדיולוגיה ולאיגוד לרדיולוגיה בישראל מצאה כתשע-עשרה התוויות מתאימות לטומוגרפיה מחשבית של הלב.**

חולה עם תסמונת כאב בבית חזה הנמצא בסיכון גבוה למחלה כלילית חסימתית יופנה להערכה פיזיולוגית של חומרת המחלה או לצנתור כלילי. מאידך, בחולים תסמיניים עם סיכון נמוך או בינוני [13] למחלה כלילית חסימתית, המטרה בביצוע הבדיקה היא לוודא היעדר חסימות משמעותיות. ניתן להפנות חולים אלו לטמ"ל גם אם טרם עברו בדיקה לא פולשנית כלשהי, ובפרט אם אינם מסוגלים לעבור תבחין מאמץ רגיל (הבדיקה הלא פולשנית השכיחה בישראל) או שהאק"ג שלהם מקשה על הפענוח. ניתן להפנות חולים אלו לטמ"ל גם אם עברו כבר בדיקת מאמץ כלשהי שתוצאותיה לא היו מובהקות או שהן חשודות ככזובות (חיובי כוזב – False positive; או שלילי כוזב – False negative). באוכלוסיה זו של חולים בסיכון נמוך-בינוני ו/או עם תוצאות בדיקות אחרות שאינן אבחוניות, הוכחה טמ"ל כבעלת דיוק רב ויעילות קלינית.

כאבים חדים בבית החזה (Acute chest pain):

• כאבים בבית החזה בנבדק בסבירות נמוכה עד בינונית למחלה כלילית חסימתית, ללא שינויים איסכמיים בתרשים האק"ג וללא עלייה בסמני הלב בדם בבדיקות עוקבות.

• לשלילת מחלה כלילית, תסחיף ריאתי ודיסקציה של הוותין (אבי העורקים) בהסתמנות חדה (Triple rule out), כשנקבעה אבחנה מבדלת עם חשד קליני סביר לבעיות הנ"ל.

בחולים עם אי ספיקת לב מתקדמת הזקוקים לקיצוב דו־חדרי (Cardiac resynchronization therapy), טמ"ל יכולה לסייע בדימות מדויקת של הוורידים הכליליים בפרוטוקול מתאים, ובכך לסייע בתכנון הפעולה ובאיתור המיקום המיטבי להחדרת האלקטרודה המיועדת לקיצוב החדר השמאלי. טומוגרפיה מחשבית (ט"מ) עם חומר ניגוד ובתזמון מתאים היא בדיקת הבחירה הנפוצה בעולם לאבחון מפרצת או דיסקציה בוותין (Aorta), וניתן להדגים באמצעותה גם את מוצא העורקים הכליליים. בנוסף, טמ"ל מועילה להערכת מבנה חדר ימין ותפקודו (שלעיתים קשה להעריכו ב־TTE וב־TEE), ויכולה לסייע באבחון ובהערכה פרוגנוסטית במגוון מצבי מחלה התלויים במבנה ובתפקוד החדר הימני – בייחוד אם CMR אינו זמין.

ניתוח מעקפים:

- לאבחון חסימות של מעקפים כליליים בחולים לאחר ניתוח מעקפים (CABG) הסובלים מכאבים לא אופייניים בבית החזה.
- לאבחון משלים של המהלך האנטומי של עורק השד הפנימי (IMA) ומעקפים כליליים לפני ניתוח REDO נשנה או ניתוח מסתמים בחולה לאחר CABG, וזאת על מנת להעריך את מרחק המעקפים מעצם בית החזה (סטרונום) וכן את מידת קרבת חדר ימין לעצם בית החזה.

לבדיקת טמ"ל יכולת אבחונית טובה בהערכת היצריות במעקפים בחולה לאחר ניתוח מעקפים (CABG). רמת הדיוק של טמ"ל באבחון היצריות במעקפים ונקודת ההשקה משתפרת והולכת, אך תלויה עם זאת בכלי הדם הכלילי הנבדק (מעקף, איזור ההשקה, וכדומה). רמת הדיוק בעורקים הכליליים שלא קיבלו מעקף דומה לזאת המתוארת בספרות בחולים ללא CABG. אך חשוב לזכור, שחלקים קריביניים למעקף נוטים להתנוון ולהסתייד, ועובדה זו מקשה לעיתים קרובות בהערכה של מידת היצריות.

כמו כן, לבדיקת טמ"ל יש מגבלה מסוימת להעריך את ה־Distal runoff בעורקים הכליליים, רחיקנית להשקה. בדומה לבדיקת צנתור פולשני, בחולים לאחר CABG נדרשת בבדיקת הטמ"ל חשיפה רבה יותר לקרינה (עקב שדה סריקה גדול יותר) וכמות גדולה יותר של חומר ניגוד. בהתחשב במגבלות אלו, ניתן לסכם כי בדיקת הטמ"ל עשויה לסייע לחולים לאחר CABG עם סוגיה אבחונית ספציפית (בעיקר לשאלה האם מעקף מסוים עדיין פתוח), או כאשר ההסתמנות הקלינית אינה חד משמעית או כשעדיפה הימנעות מפעולה.

לטמ"ל יש חשיבות גם בהערכת המהלך האנטומי של עורק השד הפנימי (IMA) ומעקפים ורידיים, לפני ניתוח מעקפים נשנה או ניתוח מסתמים בחולה לאחר CABG. מטרה נוספת בבדיקה היא להעריך את מרחק השתלים מעצם בית החזה ואת מידת הקרבה של חדר ימין לעצם בית החזה (ממצאי הטמ"ל עשויים לשנות את מהלך הניתוח הנשנה, כמו בחירה בחתך מסוג Para median sternotomy, שנועד להימנע מפגיעה בשתלים או בחדר ימין).

הערכת היצריות נשנות בתומכנים:

- כחלופה לא פולשנית לביצוע מעקב לאחר הכנסת תומכן בעורק שמאלי ראשי (Left main coronary artery). הערכת מידת היצריות נשנית בתומכנים בעזרת טמ"ל בהשוואה למדידה אובייקטיבית כמותית (QCA) ואף לסקירת על שמע תוך כלית (IVUS), נבדקה במספר עבודות ולאחרונה גם במכשירי 64 פרוסות. בפרסומים עדכניים נמצא, שניתן היה להעריך חלק יחסי גדול מהתומכנים (לעומת עד כשני שלישים לכל היותר בעבר). במחקרים השונים נמצא, כי הגורם המשפיע ביותר על דיוק האבחון בטמ"ל הוא קוטר התומכן (<3 מ"מ). על כן ניתן לסכם, כי בשלב הנוכחי של טכנולוגיית הטמ"ל, סקירת טמ"ל בחולים לאחר השתלת

טמ"ל מהווה בדיקה יעילה ומהירה לשלילת מחלה כללית טרשתית בכלל ומחלה כללית חסימתית בפרט. הערך המנבא השלילי של הבדיקה מתקרב כמעט ל-100%. יתרונו בכך, שהוא מאפשר שחרור מהיר ובטוח יחסית מחדר המיון של חולים שהגיעו עם תסמונת כאב בבית החזה שאינה ברורה וללא סמני סיכון גבוה, כגון: כאב מתמשך, רמת טרופונין מוגברת בבדיקות הדם, או שינויי קטע ST המעלים חשד לאיסכמיה.

גישה אבחונית זו נמצאה יעילה במיוחד באוכלוסייה המצויה בסיכון לא גבוה למחלה כללית חסימתית. ייתכן גם שהבדיקה כרוכה בעלות נמוכה יותר וביעילות זהה לפרוטוקול בירור סטנדרטי (כגון, מיפוי לב) לחולה בחדר המיון. הוכח גם, שהבדיקה משפיעה על ההחלטה לשחרר מחדר המיון או לאשפז כשהאבחנה אינה ברורה, ושהיא מאפשרת לרופא המאבחן לשלול סיבות אחרות לכאב בבית החזה. בשל האמור לעיל, קיימת הסכמה רחבה בקרב האיגודים הבינלאומיים על ביצוע טמ"ל להתוויה זו.

אבחון תהליכים פתולוגיים בלב:

- בירור משלים של גוש בלב (שאת – Tumor, או קריש דם) כשהדימות באקו לב (TTE או TEE) ובתהודה מגנטית של הלב (CMR) מוגבלת טכנית או אינה אבחונית.
- הערכת קרום הלב (מסה במסב הלב [Pericardial mass], Constrictive pericarditis, או סיבוכים לאחר ניתוחי לב) כשהדימות באקו לב (TTE או TEE) ו־CMR מוגבלת טכנית או אינה אבחונית.

טמ"ל יכולה לסייע באבחנה המבדלת של מסה בלב או בסביבתו. והיא יעילה גם לאבחון פתולוגיה בקרום מסב הלב (פריקד) (כגון עיבוי או הסתיידות), ולעיתים גם בהערכת תפקוד הלב ותצורת התכווצות הלב – בפרט כאשר אקו־לב טרנס־טורקלי (TTE) או דרך הוושט (TEE), או תהודה מגנטית של הלב (CMR) אינם אבחוניים. אמנם אין מדובר במקרים נפוצים, ולכן לעת עתה, אין למיטב ידיעתנו נמצא מחקרים מבוקרים השוואתיים בנושא. למרות זאת, עקב היעדר זמינות ונגישות מספקת של ה־CMR מחד גיסא, ותרומת הטמ"ל לקביעת האבחנה במקרים לעיל מאידך גיסא, הוכללו התוויות אלו גם בהנחיות האיגודים הבינלאומיים הראשיים [5,7,9,10,12].

אבחון תחלואה מבנית בלב או בכלי הדם הגדולים:

- הערכת ורידי הריאה בחולים עם פרפור פרוזדורים לפני צריבת ורידים אלה (RF ablation), או בחולים עם חשד קליני לסיבוב לאחר הפעולה.
- מיפוי ורידי הלב טרם השתלת קוצב דו־חדרי.
- חשד למעורבות מוצא העורקים הכליליים במסגרת הערכה של מפרצת ו/או דיסקציה של וותין בית החזה.
- הערכת מבנה חדר ימין ותפקודו כאשר הדימות באקו לב (TTE או TEE) מוגבלת ו־CMR אינו זמין.

טמ"ל יכולה לסייע בהכנה מיטבית של חולים לפני טיפול פולשני בפרפור פרוזדורים, לצורך מיפוי ורידי הריאה בטרם הפעולה, המתבצעת לעיתים קרובות תוך שילוב דימות אנטומית ומיפוי חשמלי של הפרוזדור השמאלי. בנוסף, טמ"ל מהווה אמצעי דימות עיקרי לאבחון ומעקב אחר התפתחות הצרויות בווריד הריאה לאחר הפעולה, עקב הקושי הקיים באבחון קליני, וחובה לטפל בו ללא דיחוי. לצורך מעקב, ניתן להסתפק לעיתים קרובות בטמ"ל עם חומר ניגוד ללא ECG gating, וכך להקטין את רמת החשיפה לקרינה. בנוסף, ניתן להיעזר בטמ"ל לשלילת נוכחות קריש דם באזנית הפרוזדור השמאלי טרם הפעולה ובכך להגביר את בטיחותה; עם זאת, בשלב זה טמ"ל אינה מהווה תחליף לאקו־לב (TEE).

עבלה 1:

התוויות מומלצות כמתאימות לביצוע טומוגרפיה מחשבית של הלב

בירור אמבולטורי של כאבים בבית החזה	
1	בנבדק בסבירות נמוכה עד בינונית למחלה כלילית חסימתית, בפרט אם אינו מסוגל לבצע מאמץ אבחוני, ו/או בנוכחות תרשים אק"ג שמקשה על פענוח נכונן (כגון CLBBB, שינויי רה־פולריזציה).
2	בנבדק עם תבחין מאמץ, מיפוי או אקו לב במאמץ שאינם חד משמעיים או שאינם ניתנים לפענוח, אך נדרש המשך בירור.
3	אבחון חסימות של מעקפים כליליים בחולים לאחר ניתוח מעקפים (CABG) הסובלים מכאבים לא טיפוסיים בבית החזה.
כאבים חדים בבית החזה (Acute chest pain)	
4	כאבים בבית החזה בנבדק בסבירות נמוכה עד בינונית למחלה כלילית חסימתית, ללא שינויים איסכמים בתרשים האק"ג וללא עלייה בסמני הלב בדם בבדיקות עוקבות.
5	לשלילת מחלה כלילית, תסחיף ריאתי ודיסקציה של הוותין (אאורטה) בהסתמנות חדה (Triple rule-out), כשקיימת אבחנה מبدלת עם חשד קליני סביר לבעיות הנ"ל.
צורך בהערכה של הלב במצבים קליניים שונים	
6	הדגמה של עורקים כליליים בחולים עם חשד קליני לקרדיומיופתיה לא איסכמית חדשה (New-onset non-ischemic cardiomyopathy)
7	לצורך אבחון משלים של המהלך האנטומי של עורק השד הפנימי (IMA) ומעקפים כליליים לפני ניתוח נשנה REDO, או ניתוח מסתמים בחולה לאחר CABG, על מנת להעריך את מרחק המעקפים מן הסטרנום וכן מידת קרבת חדר ימין לסטרנום.
8	לשלילת מחלה כלילית חסימתית בחולים עם סיכון נמוך עד בינוני לקיום מחלה כלילית חסימתית, לפני ניתוח במסתמי הלב או לתיקון בעיות מבניות בלב.
9	כאשר לא ניתן לבצע בדיקת דימות מיטבית של העורקים הכליליים באמצעות בדיקת צנתור לב מסיבות טכניות או בטיחותיות, או בשל היעדר מידע אבחוני מלא בצנתור כלי דם כליליים (סעיף א' בהמלצת משרד הבריאות משנת 2005).
10	כחלופה לא פולשנית לביצוע מעקב לאחר הכנסת תומכן בעורק שמאלי ראשי (Left main coronary artery).
אבחון תחלואה מבנית של הלב או של כלי הדם הגדולים	
11	חשד לחריגויות (אנומליות) של העורקים הכליליים.
12	הערכה של מומים בלב מלידה, כולל חריגויות של מהלך עורקים כליליים, כלי דם גדולים, חדרי לב ומסתמים, כאשר בדיקת הדימות באקו לב וב־CMR מוגבלת.
13	בירור משלים של גוש בלב (שאת או קריש דם), כשאקו לב (TTE או TEE) ותהודה מגנטית של הלב (CMR) מוגבלים טכנית או אינם אבחוניים.
14	הערכת קרום הלב (מסה פריקרדיאלית, Constrictive pericarditis, או סיבוכים לאחר ניתוחי לב) כשאקו לב (TTE או TEE) ובדיקת תהודה מגנטית של הלב (CMR) מוגבלים טכנית או אינם אבחוניים.
15	הערכת ורידי הריאה בחולים עם פרפור פרודזוריים לפני ביצוע צריבה של ורידים אלה (IRF ablation) או בחשד קליני לסיבוך לאחר הפעולה.
16	מיפוי הוורידים הכליליים טרם השתלת קוצב דו חדרי.
17	חשד למעורבות מוצא העורקים הכליליים במסגרת הערכה של מפרצת אאורטלית ו/או דיסקציה של האאורטה חזית.
18	הערכת מורפולגית ותפקוד חדר ימין כאשר ההדמיה באקו לב (TTE או TEE) מוגבלת ו־CMR אינו זמין.
אבחון וכימות טרשת עורקים מסוידת - Calcium Score (ולא חומר ניגוד ובמינון קרינה נמוכה)	
19	בדיקת Coronary calcium score בנבדקים ללא תסמינים עם סיכון בינוני (10%-20% למוות שמקורו בלב או מאוטם שריר הלב בעשור על פי מדד פרמינגהם) לצורך אופטימיזציה של Risk stratification והתוויית טיפול מונע ראשוני.

תומכן מוגבלת ואינה מומלצת כיישום שגרתי למטרה זו. יחד עם זאת, מסתמן שטמ"ל עשויה להועיל לחולים עם תסמינים שאינם מחשידים בסבירות גבוהה להיצרות נשנית ושבהם הושגת תומכן גדול יחסית (שקוטרו < 3 מ"מ).

לנוכח מגבלות הטמ"ל בהתוויה זו, אנו סבורים שההצדקה הקלינית לעת עתה מתאימה בעיקר למעקב שגרתי בחולים שעברו השתלת תומכן בעורק השמאלי הראשי (Left main stem), בעיקר אם הם אינם תסמיניים.

הערכת חריגויות (אנומליות) כליליות ומומים מלידה בלב:

- חשד לחריגויות של העורקים הכליליים.
- הערכה של מומים מלידה בלב, כולל חריגויות של מהלך עורקים כליליים, כלי דם גדולים, חדרי לב ומסתמים, כאשר הדימות באקו לב וב־CMR מוגבלת.

עד לאחרונה, היה צנתור פולשני מדד הזהב (Gold standard)

לאיתור חריגות של העורקים הכליליים (Anomalies coronary). עם זאת, התקדמות טכנולוגית הט"מ סייעה להפוך את הטמ"ל לחלופה טובה יותר.

בשני מחקרים שפורסמו לאחרונה והשוו בהם טמ"ל וצנתור פולשני, נמצא שצנתור פולשני אפשר לזהות מוצא חריג של עורק כלילי רק ב־80% מהנבדקים; מהלך חריג רק ב־53% מהנבדקים; ואבחנה אנטומית מדויקת רק ב־55% מהנבדקים. יתרה מזו, בהתבסס על מחקר (Registry) רב מרכזי, טמ"ל אפשרה להדגים באופן חד משמעי את מקורו ומהלכו של העורק החריג בכל המטופלים שהופנו להליך בעקבות ממצא שאינו חד משמעי בצנתור פולשני. בכמחצית מהחולים במחקר זה, המידע שהתקבל מממצאי הטמ"ל היווה בסיס חיוני לקביעת טיפול מתאים. על כן, כיום נחשבת טמ"ל לשיטת הדימות המועדפת עבור חולים עם חשד לחריגות העורקים הכליליים. בדיקת הטמ"ל אפשרה גם להרחיב את המידע שיש לנו על השכיחות והמאפיינים של מגוון מומי לב מלידה אחרים, כגון מהלך

בגברים מעל גיל 50 שנה ובנשים מעל גיל 60 שנה. בדיקת טמ"ל ללא הזרקה חומר ניגוד מאפשרת כימות מהיר של ההסתידיות בכל נגע טרשתי. ניתן לסכם את מספר הנגעים וכמותם בכל כלי ולקבל סיכום אוטומטי של סך הכמות במדד הנקרא Total calcium score [24].

כידוע, רובדי טרשת בעורקים הכליליים – מסוידים ובלתי מסוידים – שכיחים מאוד באוכלוסייה הבוגרת, ועדיין אין שיטה בלתי פולשנית טובה לאפיון רובדי הטרשת המועדים להוות רקע לאירוע כלילי חד (Vulnerable plaque). מסיבה זו, איננו ממליצים ליישמה כבדיקת סקר לכלל האוכלוסייה, אלא לאמץ את ההנחיות הקיימות ולצמצמה לנבדקים בסיכון בינוני שמצבם מעלה התלבטות באשר לצורך בהתחלת טיפול בסטטינים וקביעת יעדי הטיפול.

לסיכום

הידע שהצטבר מעבודות המחקר בשנים האחרונות מאפשר בחירה מושכלת יותר של התוויות לטמ"ל. אנו מקווים, שמסמך עמדה זה יסייע הן לרופאים המפנים והמפענחים, והן לקובעי מדיניות בתחום הרפואה. למען הסר ספק, עלינו להבהיר כי כל 19 הקריטריונים הנ"ל אינם הנחיות קליניות קשיחות, אלא המלצות מושכלות של חברי הוועדה (Appropriateness criteria).

המלצות אלו מבוססות על הספרות הרפואית הקיימת בזמן כתיבת מסמך זה, ועל הניסיון הקליני שהצטבר על פי מיטב הבנתם של חברי הוועדה. המלצות אלה אינן מחייבות ביצוע טמ"ל או שוללות אותו, מאחר שניסיון השנים האחרונות העלה, שהמלצות מסוג זה לביצוע טמ"ל אמנם מסייעות לרופא, אך נדרש שיקול דעת רפואי בהחלטה על ביצוע הבדיקה בחיי היומיום [25].

מחבר מכותב: רונן רובינשטיין
 המערך לקרדיולוגיה, בית החולים כרמל
 רחוב מיכ"ל 7, חיפה 34362
טלפון: 048250288
פקס: 048250119
דוא"ר: ronenrub@clalit.org.il

ביבליוגרפיה

1. התוויות לביצוע טומוגרפיה ממוחשבת של הלב. מסמך עמדה משותף מטעם האיגוד הקרדיולוגי והאיגוד הרדיולוגי (http://www.israel-heart.org.il/images/position/ct0710.pdf)
2. Bastarrika G, Lee YS, Huda W & al, CT of coronary artery disease. *Radiology*, 2009;253:317-38.
3. Gibbons RJ, Araoz PA & Williamson EE, The year in cardiac imaging. *J Am Coll Cardiol*, 2009;53:54-70.
4. Schoenhagen P, Stillman AE, Garcia MJ & al, Coronary artery imaging with multidetector computed tomography: a call for an evidence-based, multidisciplinary approach. *Am Heart J*, 2006;151:945-8.
5. Carbonaro S, Villines TC, Hausleiter J & al, International, multidisciplinary update of the 2006 Appropriateness Criteria for cardiac computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2009;3:224-32.
6. Schroeder S, Achenbach S, Bengel F & al, Cardiac computed tomography: indications, applications, limitations, and training

עורקים כליליים בתוך השריר (Myocardial bridging). טמ"ל, בדומה ל-CMR, ממלאת תפקיד חשוב בהערכת מומים מלידה במגוון מצבים נוספים, ובייחוד כש-CMR אינו זמין.

הערכה טרום ניתוחית:

- לשלילת מחלה כללית חסימתית בחולים עם סיכון נמוך עד בינוני לקיום מחלה כללית חסימתית, לפני ניתוח במסתמי הלב או לתיקון בעיות מבניות בלב.
- הסיכון של חולים לאירוע כלילי סביבניתוחי נקבע בין היתר על פי הערכת היקף מחלה כללית, כפי שהודגמה בצנתור פולשני או בבדיקת דימות לא פולשנית (עד כה באקו במאמץ או במיפוי). הערך המנבא הגבוה השלילי של טמ"ל מאפשר לזהות באופן ישיר חולים שאינם לוקים במחלה כללית או שהיקפה מזערי ואינו מחייב התערבות. יתרון נוסף של בדיקת הטמ"ל הוא ביכולת להעריך את מבנה הלב ואת תפקודו. על כן ניתן לקבוע, שטמ"ל יכולה לסייע להערכה כללית בחולים צעירים יחסית (שגילם נמוך מ-65 שנים) לפני ניתוח לב/מסתם (שאינו ניתוח מעקפים).
- לאחרונה נוסף עניין מיוחד בטמ"ל לשם תכנון והערכת חולים, לפני התקנה מלעורית של מסתם ותין מלאכותי (TAVI) ולאחריה. ככלל, טמ"ל נועדה לסייע בדימות ובהערכה של הוותין על כל חלקיו והעורקים המובילים דם לגפיים (התחתונים או העליונים), באזור כניסת הצנתר שעליו מובל המסתם בדרכו לאתר ההשתלה. בהקשר זה טמ"ל יכולה גם לסייע בהדגמה מפורטת של מסתם הוותין, מרכיבי שורש הוותין והעורקים הכליליים [14-23].

בחולים עם קרדיומופתיה מסיבה לא ברורה:

- הדגמה של העורקים הכליליים בחולים עם חשד קליני לקרדיומופתיה לא איסכמית חדשה New onset non-ischemic cardiomyopathy.
- אי ספיקת לב חדשה/ קרדיומופתיה אידיופתית – מאחר שמחלת לב כללית היא אחת הסיבות השכיחות לפגיעה בתפקוד שריר הלב, צנתור פולשני אבחוני מהווה חלק מהליך האבחון. תודות ליכולת זיהוי טובה של היקף וחומרת המחלה הכללית, ולערך ניבוי שלילי מצוין, ניתן להיעזר בטמ"ל כחלופה טובה לצנתור פולשני בקבוצת חולים עם חשד לקרדיומופתיה לא איסכמית, לשלילת מחלה כללית משמעותית כגורם לקרדיומופתיה.

שונות:

- כאשר לא ניתן לבצע בדיקת דימות מיטבית של העורקים הכליליים באמצעות בדיקת צנתור לב, מסיבות טכניות או בטיחותיות או בשל היעדר מידע אבחוני מלא בצנתור כלי דם כליליים (סעיף א', בהמלצת משרד הבריאות משנת 2005).
- התוויה זו אומצה גם בנייר העמדה הנוכחי, כדי לאפשר לקלינאי או למצנתר לבחור בטמ"ל במצבים יוצאי דופן, שבהם צנתור כלילי קונבנציונאלי אינו רצוי בחולים מסוימים או אינו מספק מידע מיטבי על האנטומיה של העורקים הכליליים.

אבחון וכימות טרשת עורקים מסוידת – Calcium Score (ללא חומר ניגוד ובמינון קרינה נמוכה):

- בדיקת Coronary calcium score, נבדקים ללא תסמינים עם סיכון בינוני (10%-20%) למוות שמקורו בלב או אוטם שריר הלב בעשור על פי מדד פרמינגהם), לצורך אופטימיזציה של Risk Stratification והתוויית טיפול מונע ראשוני.
- ככלל, הסתיידות העורקים הכליליים היא פתוגנומית לנוכחות טרשת. כמות הנגעים המסוידים עולה עם הגיל, והיווצרותם מואצת

- requirements: report of a Writing Group deployed by the Working Group Nuclear Cardiology and Cardiac CT of the European Society of Cardiology and the European Council of Nuclear Cardiology. *Eur Heart J*, 2008;29:531-56.
7. Tsai JC, Choi BW, Chan C & al, ASCI 2010 appropriateness criteria for cardiac computed tomography: a report of the Asian Society of Cardiovascular Imaging cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging guideline Working Group. *Int J Cardiovasc Imaging*, 26 Suppl 1:1-15.
 8. Israel Heart Society and Israel Society of Radiology consensus document. In; 2005.
 9. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM & al, ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Interventional Radiology. *J Am Coll Cardiol*, 2006;48:1475-97.
 10. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS & al, Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, 2006;114:1761-9.
 11. Mark DB, Berman DS, Budoff MJ & al, ACCF/ACR/AHA/NASCI/SAIP/SCAI/SCCT 2010 Expert Consensus Document on Coronary Computed Tomographic Angiography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *Circulation*.
 12. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM & al, ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate Use Criteria for Cardiac Computed Tomography: A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance 10.1016/j.jacc.2010.07.005. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:1864-1894.
 13. Pryor DB, Shaw L, McCants CB & al, Value of the history and physical in identifying patients at increased risk for coronary artery disease. *Ann Intern Med*, 1993;118:81-90.
 14. Bettencourt N, Rocha J, Carvalho M & al, Multislice computed tomography in the exclusion of coronary artery disease in patients with presurgical valve disease. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009;2:306-13.
 15. Gilard M, Cornily JC, Pennec PY & al, Accuracy of multislice computed tomography in the preoperative assessment of coronary disease in patients with aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol*, 2006;47:2020-4.
 16. Laisny JP, Messika-Zeitoun D, Serfaty JM & al, Comprehensive evaluation of preoperative patients with aortic valve stenosis: usefulness of cardiac multidetector computed tomography. *Heart*, 2007;93:1121-5.
 17. Leipsic J, Wood D, Manders D 7 al, The evolving role of MDCT in transcatheter aortic valve replacement: a radiologists' perspective. *AJR Am J Roentgenol*, 2009;193:W214-9.
 18. Meijboom WB, Mollet NR, Van Mieghem CA & al, Pre-operative computed tomography coronary angiography to detect significant coronary artery disease in patients referred for cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol*, 2006;48:1658-65.
 19. O'Gara PT, One more step for computed tomography coronary angiography before heart valve surgery. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009;2:279-81.
 20. Plass A, Scheffel H, Alkadhi H & al, Aortic valve replacement through a minimally invasive approach: preoperative planning, surgical technique, and outcome. *Ann Thorac Surg*, 2009;88:1851-6.
 21. Scheffel H, Leschka S, Plass A & al, Accuracy of 64-slice computed tomography for the preoperative detection of coronary artery disease in patients with chronic aortic regurgitation. *Am J Cardiol*, 2007;100:701-6.
 22. Schoenhagen P, Tuzcu EM, Kapadia SR & al, Three-dimensional imaging of the aortic valve and aortic root with computed tomography: new standards in an era of transcatheter valve repair/implantation. *Eur Heart J*, 2009;30:2079-86.
 23. Tops LE, Wood DA, Delgado V & al, Noninvasive evaluation of the aortic root with multislice computed tomography implications for transcatheter aortic valve replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2008;1:321-30.
 24. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH & al, ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Document on Electron Beam Computed Tomography) developed in collaboration with the Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Coll Cardiol*, 2007;49:378-402.
 25. Miller JA, Raichlin E, Williamson EE & al, Evaluation of coronary CTA Appropriateness Criteria in an academic medical center. *J Am Coll Radiol*, 7:125-31.