

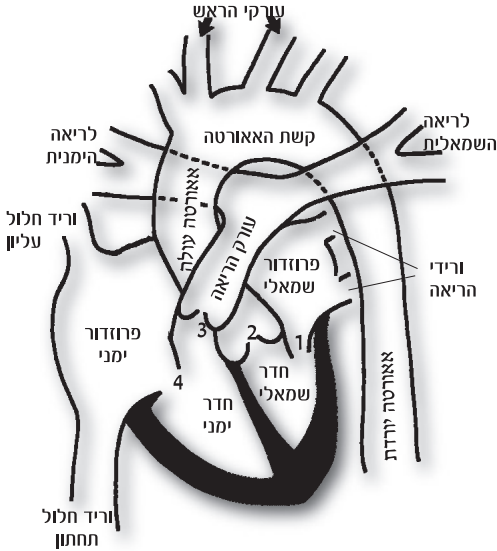
# 1

## אנטומיה ופיזיולוגיה של הלב

תנאי הכרחי לקיום החיים הוא זמינות של חמצן ("דלק") לכל איבר ואיבר בגופנו. החמצן הנקלט בריאות מובל לאיברי הגוף השונים על-ידי הדם הזורם בגופנו. כדי שתתאפשר זרימה יש צורך במערכת המכילה משאבה יעילה (הלב) ובצנרת מפותחת, יעילה וסגורה (כלי הדם) שתאפשר זרימה חופשית ותהיה אטומה לחדירת גורמים זרים מחד גיסא, אולם תאפשר מעבר מבוקר של חומרים חיוניים מאידך גיסא.

### מבנה הלב ותפקידו

הלב הוא איבר שרירי חלול הנמצא בין שתי הריאות, מעל הסרעפת, מאחורי עצם החזה שבמרכז בית החזה, ונתון בתוך שק ששמו קרום הלב (Pericard). הלב נראה כחרוט שבסיסו פונה כלפי מעלה, אחורה וימינה וקודקודו פונה כלפי מטה, לפנים ושמאלה. גודלו כאגרוף בעליו, ומשקלו נע בין 200-400 גרם. הוא בנוי מארבעה מדורים: 2 פרוזדורים (Atria), שמאלי וימני, בעלי דופן דקה (2-3 מ"מ), המתחברים ל-2 חדרים (Ventricles), שמאלי וימני הנמצאים נמוך מהם, ובעלי דופן עבה (5-10 מ"מ). לפרוזדורים אוזניות המזכירות אוזני פיל. בין שני החדרים ובין שני



איור 1: דיאגרמה המראה את חללי הלב, את כלי הדם הגדולים ואת המסתמים (המסומנים בספרות 1-4).

1. מסתם מיטרלי
2. מסתם אאוורטלי
3. מסתם פולמונלי (ריאתי)
4. מסתם טריקוספידלי

הפרוזדורים מפרידה מחיצה המונעת ערבוב דם ביניהם (ראה איור 1). בין הפרוזדורים לחדרים ישנם שסתומים חד-כיווניים (המאפשרים לדם לזרום בכיוון אחד - קדימה בלבד). דם יזרום אפוא מפרוזדור ימין רק לחדר



ימין ומפרוזדור שמאל רק לחדר שמאל. למסתם בין פרוזדור שמאל לחדר שמאל קוראים המסתם המיטרלי (Mitral), ולזה שבין פרוזדור ימין לחדר ימין - מסתם טריקוספידלי (Tricuspid).

## הפעלה

תפקיד הפרוזדורים והחדרים הוא להתכווץ (ואז הדם שבתוכם מוזרם/ מוזרק קדימה) ולהתרחב (אז הם מתמלאים בדם לקראת ההזרקה הבאה). כמו בכל מערכת גם כאן יש צורך ב"מנהל עבודה", שיפעיל, יכתוב את הקצב ויתזמן את ההתכווצויות של הפרוזדורים והחדרים. לצורך כך קיימת בלב מערכת חשמלית פנימית המורכבת מקוצבי לב ומסיבי הולכה חשמלית.

הקוצב העיקרי נמצא בפרוזדור הימני, ושמו קוצב הסינוס (Sinus Node). לכן קצב לב תקין, שמקורו בקוצב זה נקרא קצב סינוס. בצומת החיבור שבין הפרוזדורים והחדרים מצוי קוצב גיבוי (AV Node). באופן נורמלי נוצר גירוי חשמלי בקוצב הסינוס, ממנו עובר הגירוי לקוצב הגיבוי, וממנו הוא יורד דרך מערכת הולכה לשני החדרים. המיוחד במערכת הקיצוב הוא הגיבוי הרב הקיים בה. אם הקוצב העיקרי יוצא מכלל פעולה, נכנס לפעולה קוצב הגיבוי, ואם גם הוא כושל, יש ללב תכונה מופלאה לעורר מוקדי גיבוי חדשים, הנקראים מוקדים אקטופיים (Ectopic). מוקדים אלו, היכולים להופיע לאורך מערכת ההולכה החשמלית או בשריר הלב עצמו (אך כאן הם יעילים פחות), אמורים למנוע מצב שבו לא תתקיים פעולה חשמלית כלל.

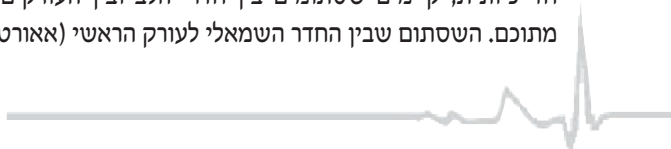
## העורקים הכליליים

ככל איבר אחר בגופנו, זקוק גם הלב לאספקת דם שוטפת ועשירה בחמצן, כדי לתפקד באופן יעיל. ללב שני עורקים ראשיים (ימני ושמאלי)

הנקראים העורקים הכליליים (Coronary Arteries), המספקים לו דם עשיר בחמצן. עורקים אלה יוצאים מאבי העורקים (אאורטה - Aorta), בסמוך ליציאתו מהחדר השמאלי. בדומה לשאר העורקים בגוף, מתפצלים עורקים אלו בהמשכם שוב ושוב לענפים קטנים ורבים. הסעיפים הגדולים מונחים על הלב, ורק הסעיפים הקטנים יותר חודרים דרך דופן הלב (המורכבת מ-3 שכבות) לכיוון חללי הלב. מאחר שהעורק הכלילי השמאלי הראשי מתפצל סמוך ליציאתו לשני ענפים גדולים, מקובל לדבר על 3 עורקים כליליים. העורק הקדמי היורד (LAD), העורק השמאלי העוקף (LCX) והעורק הימני (RCA). כל הפרעה לזרימת הדם בעורקים אלו או בענפיהם עלולה לגרום הפרעה בתפקוד הלב. חומרת ההפרעה עומדת ביחס ישר לשטח הלב המזוזן על-ידי העורק ה"מעורב". חשוב לציין, כי ללב יש תכונה מבורכת לפתח עורקים קטנים חלופיים עורקים קולטרליים (Colaterals), היכולים במידת מה לספק דם לאזור חסר האספקה, ולפצות על חוסר אספקת דם כלילית מקורית.

## מחזור הדם

כדי להבטיח פעולת לב יעילה, חייב להיות תיאום מדויק בין פעולות ההתכווצות וההרפיה של הפרוזדורים ושל החדרים, כך שכאשר שני הפרוזדורים מתכווצים (וכתוצאה מכך מזריקים דם לחדרים), יהיו החדרים בהרפיה (Diastola), ואילו בהתכווצות החדרים (Systole), יהיו הפרוזדורים בהרפיה, כדי להתמלא בדם לקראת התכווצותם הבאה. הדם זורם במערכת סגורה. צינורות הדם שבהם זורם הדם מהלב אל איברי הגוף השונים נקראים עורקים, ואלו האוספים את הדם מהאיברים השונים ומחזירים אותו אל הלב נקראים ורידים. כדי להבטיח שזרימת הדם תהיה חד-כיוונית, קיימים שסתומים בין חדרי הלב ובין העורקים היוצאים מתוכם. השסתום שבין החדר השמאלי לעורק הראשי (אאורטה) היוצא



מחדר שמאל מכונה המסתם האאורטלי, וזה שבין החדר הימני לעורק היוצא ממנו לריאות (עורק הריאה) נקרא מסתם פולמונלי.

פעולת הלב וזרימת הדם בגוף יוצרים את מחזור הדם. מחזור הדם בגוף מורכב מהמחזור הגדול, המוביל דם עשיר בחמצן לכל איברי הגוף ומחזירו ללב, ומהמחזור הקטן, המעביר דם עני בחמצן לריאות ומחזירו ללב. מחזור הדם הגדול מתחיל בחדר השמאלי, אשר בזמן התכווצותו מזרים את תכולתו - דם עשיר בחמצן - דרך המסתם האאורטלי לאבי העורקים. אבי העורקים מתפצל לעורקים ההולכים ומסתעפים לעורקים קטנים יותר. אלה בהמשך הולכים ומתרבים אך קטנים בקוטרם עד שהופכים לרשת נימיות בעלות דופן דקה ביותר (הקטנות שבהן בקוטר 7 אלפיות המילימטר). ברקמות פורק הדם את רוב החמצן שנשא עמו ואוסף פחמן דו-חמצני ( $CO_2$ ), פסולת בצורת גז, הנוצרת ברקמות. הדם העני בחמצן והעשיר בפחמן דו-חמצני מתחיל מסלול חזרה אל הלב. תחילה דרך נימיות, ההולכות ונאספות לוורידונים, אשר הולכים ומתמעטים אך גדלים בקוטרם. בסוף המסלול נאסף כל הדם החוזר מהגוף לשני ורידים גדולים (הווריד הנבוב התחתון והעליון), המתנקזים לפרוזדור הימני. מהפרוזדור הימני זורם הדם לחדר הימני, שבו מתחיל מחזור הדם הקטן.

בהתכווצותו מזרים החדר הימני את תכולתו - דם עני בחמצן ועשיר בפחמן דו-חמצני, דרך המסתם הפולמונלי לעורק הריאה, שמתתפצל לשני עורקי הריאות. עורקי הריאות מתפצלים ומסתעפים לעורקים רבים, עד לרשת נימיות, שמהן עובר הפחמן הדו-חמצני לריאות, אשר פולטות אותו החוצה בתהליך הנשיפה. בנימיות הריאה קולט הדם חמצן, שנשאף בדרכי הנשימה. הדם המועשר בחמצן נאסף דרך נימיות לוורידונים, שהולכים ומתמעטים, אך גדלים בהדרגה בקוטרם, עד לניקוז הסופי בארבעת ורידי הריאות (2 מכל ריאה). הדם העשיר בחמצן זורם לפרוזדור השמאלי, שבו מסתיים המחזור הקטן וממנו זורם הדם לחדר

השמאלי כדי להתחיל שוב את מסלול המחזור הגדול. כמות הדם הממוצעת המוזרקת מן הלב בדקה (כ-5-6 ליטרים) נקראת תפוקת הלב. היא ניתנת לחישוב באמצעות מכפלת הדופק (מספר הפעימות/התכווצויות בדקה) בנפח הפעימה (כמות הדם המוזרקת מהלב בכל פעימה/התכווצות). תפוקת הלב תלויה בגורמים רבים, שהעיקריים שבהם הם: קצב הלב (מהירות הדופק), כושר ההתכווצות של הלב, תפקוד המסתמים בלב וקיבולת כלי הדם. הלב הוא בעל כושר להגביר את תפוקתו בהתאם לצורכי הגוף המשתנים, בתנאי שהאמצעים העומדים לרשותו מאפשרים זאת. למשל בעת מאמץ, כשיש צורך באספקת חמצן מוגברת (המחייבת זרימת דם מוגברת), תעלה תפוקת הלב, כדי לספק את הדרישה.

הדבר דומה למנוע המכונית, המגביר את פעולתו אם הנהג "מאמץ" את המנוע (נוסע מהר יותר, מעמיס מטען רב יותר, נוסע בעלייה). כדי להשיג תאוצה גבוהה יותר במכונית הנהג ילחץ על דוושת הדלק ובכך לספק יותר דלק למנוע, כדי לאפשר את התאוצה. אם אספקת הדלק למנוע תהיה ללא הפרעה ובמידה מספקת למאמץ הנדרש, תושג התאוצה המבוקשת. גם כושרו של הלב לבצע את העבודה תלוי בזרימת דם ("דלק") שוטפת, ללא הפרעה, וביכולתו לקבל כמות דם בהתאם לדרישה.

**עצבוב הלב:** למערכת העצבים האוטונומית (מערכת עצמאית שאינה קשורה ברצונו המושכל של החולה) חשיבות קריטית בוויסות קצב הלב ועבודתו ובבקרתם. הוויסות העצבי יכול לגרום לשינוי המתבקש בעבודת הלב בתוך שניות. המטרה העיקרית בוויסות זה היא להתאים את עבודת הלב לצורכי הגוף המתבקשים ברגע נתון. ויסות זה מתבצע ישירות על-ידי סיבי עצב ממרכזי העצבים (במוח ובעמוד השדרה) המגיעים ללב, ובאופן עקיף על-ידי היחשפות להשפעה של חומרים שונים המופרשים

לדם (הורמוני דחק כמו אדרנלין- Adrenalin או קורטיזול - Cortisol),  
אשר רמתם עולה או יורדת בתגובה לצורכי הגוף או לנסיבות שאליהן  
נקלע.

