

## עקרונות הביצוע של ניתוחי לב

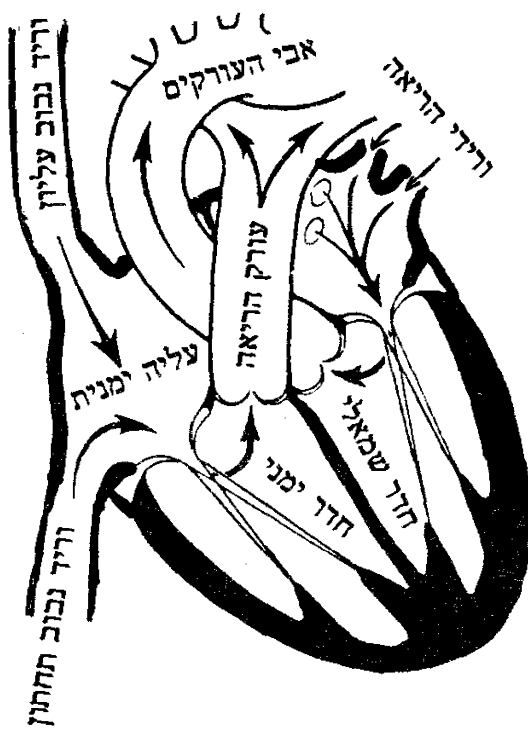
א. המושג ניתוח לב כולל בתוכו 2 קבוצות של סוגי ניתוחים — ניתוח לב פתוח וניתוח לב סגור.

ניתוח לב סגור בהגדרתו — ניתוח המתבצע בלב כשכאיתה העת הלב מתפקד, מזרים דם לאברים, ומאפשר חיים לאדם. דוגמא בולטת בקבוצת ניתוחים אלו זו שיטת ביקוע המסתם הדו-צניפי שבין עליה וחדר שמאליים. בשיטה זו ניתן לבקע המסתם על ידי החדרת מכשיר מיוחד ובעזרת אצבע, וזאת בזמן שהלב פועם ומתפקד. לא כן הדבר בניתוח לב פתוח, כדוגמא, ניתוח בו צריך להחליף אחד משסתומי הלב, לתקן פגם תוך לבבי כמו חור במחיצה שבין העליות או החדרים, וכן ניתוחי מעקף. בניתוחים מסוג זה בעת הניתוח הלב דומם, אינו מתפקד, ואילו מחזור הדם וחמצונו מתבצע על ידי מכונת לב-ריאה והיא השומרת חיות האדם. בעת ניתוח לב הרי שלא בהכרח פותחים את הלב. לעיתים נעשה הניתוח על שטח פניו, כדוגמת ניתוחי מעקף, ולכן המלה "פתוח" אינה מרמזת על כך שהלב נפתח אלא על כך שאין הלב מתפקד באותו הזמן וניתן לעשות בו כל הצריך, וגם לפתחו.

### ב. מחזור הדם התקין בגוף האדם.

מחזור הדם התקין כאדם מורכב משני מעגלים המשתלבים אחד בשני (תמונה 1). הדם בהגיעו מהגוף או מאזור הראש חוזר לעליה הימנית דרך וריד נבוב עליון ותחתון. מהעליה הימנית עובר דרך שסתום תלת-צניפי לחדר ימין ומשם דרך שסתום ריאתי לעורק הריאה ולשתי הריאות. בריאות חל תהליך חמצון הדם ושחרורו מדו-תחמוצת הפחמן ( $\text{CO}_2$ ). דו-תחמוצת הפחמן משתחרר לדרכי הנשימה ובאותו הזמן החמצן ( $\text{O}_2$ ) חודר לנימי הדם בריאה, ונקשר לכדורית הדם האדומה. הדם לאחר ש"נטען" בחמצן חוזר מהריאה דרך ורידי הריאה לעליה השמאלית (ראה תמונות 1, 2), מהעליה השמאלית הוא עובר דרך המסתם הדו-צניפי לחדר שמאל המשמש כמשאבה עיקרית הדוחסת הדם לגוף. הדם זורם מחדר שמאל דרך המסתם הותיני לאבי-העורקים, ומשם מתפזר לכל חלקי הגוף עד לרמה התאית, משחרר חמצן לרקמות, קולט חומרי פסולת ודו-תחמוצת הפחמן. מהרקמות עובר הדם למערכת הורידית המאספת ומשם לעליה הימנית וחוזר חלילה.

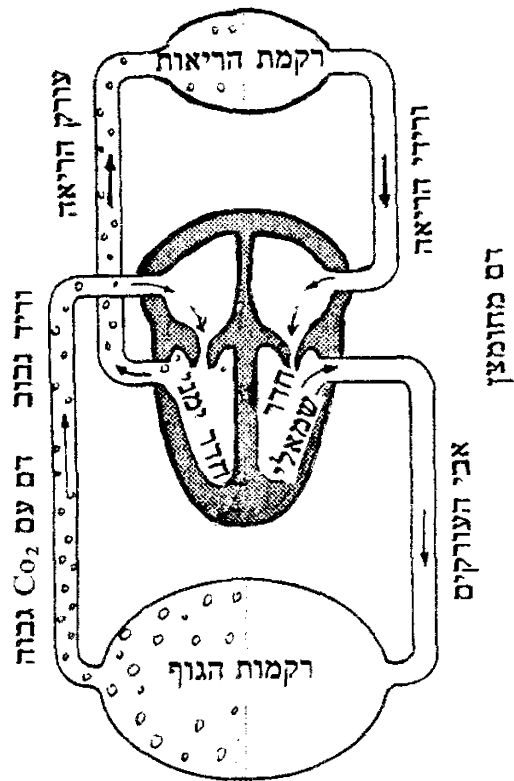
ג. ניתוח לב פתוח בו מפסיקים את פעולת הלב, מחייב עקיפה זמנית של הלב והריאות וזאת נעשה בעזרת מכונת לב-ריאה. במכונה זו הדם נאסף מהגוף בהגיעו לפתח העליה הימנית, ובמקום להכנס ללב הימני הוא מועבר למכונה אשר ממלאת את תפקיד הריאות, דהיינו מחמצנת את הדם ומנקה אותו. בהמשך נדחס הדם על ידי משאבה ישירות לאבי העורקים לאחר שחומצן. בדרך זו עוקף הדם הן את הריאות המחמצנות והן את הלב הדוחס. באותה עת ניתן להפסיק את פעולת הלב לחלוטין, לפתחו, ולבצע את הטעון תיקון.



תמונה מס' 2

זרימת הדם התקינה בלב

הדם הוריד נכנס לעליה הימנית משם עובר לחדר הימני, ויוצא להתחמץ לעליה השמאלית דרך ורידי הריאה. מהעליה השמאלית יורד הדם לחדר השמאלי, ממנו נדחף הדם דרך אבי העורקים לאברי הגוף.



תמונה מס' 1

תרשים סכמתי של מחזור הדם הימני (וריד, לב ימני, עורק הריאה, ריאות) ושל מחזור הדם השמאלי (וריד הריאה, לב שמאלי, אבי העורקים, רקמות הגוף). החיצים מסמנים את כיוון זרימת הדם.

תהליך ניתוח הלב הפתוח כולל 3 שלבים עיקריים:

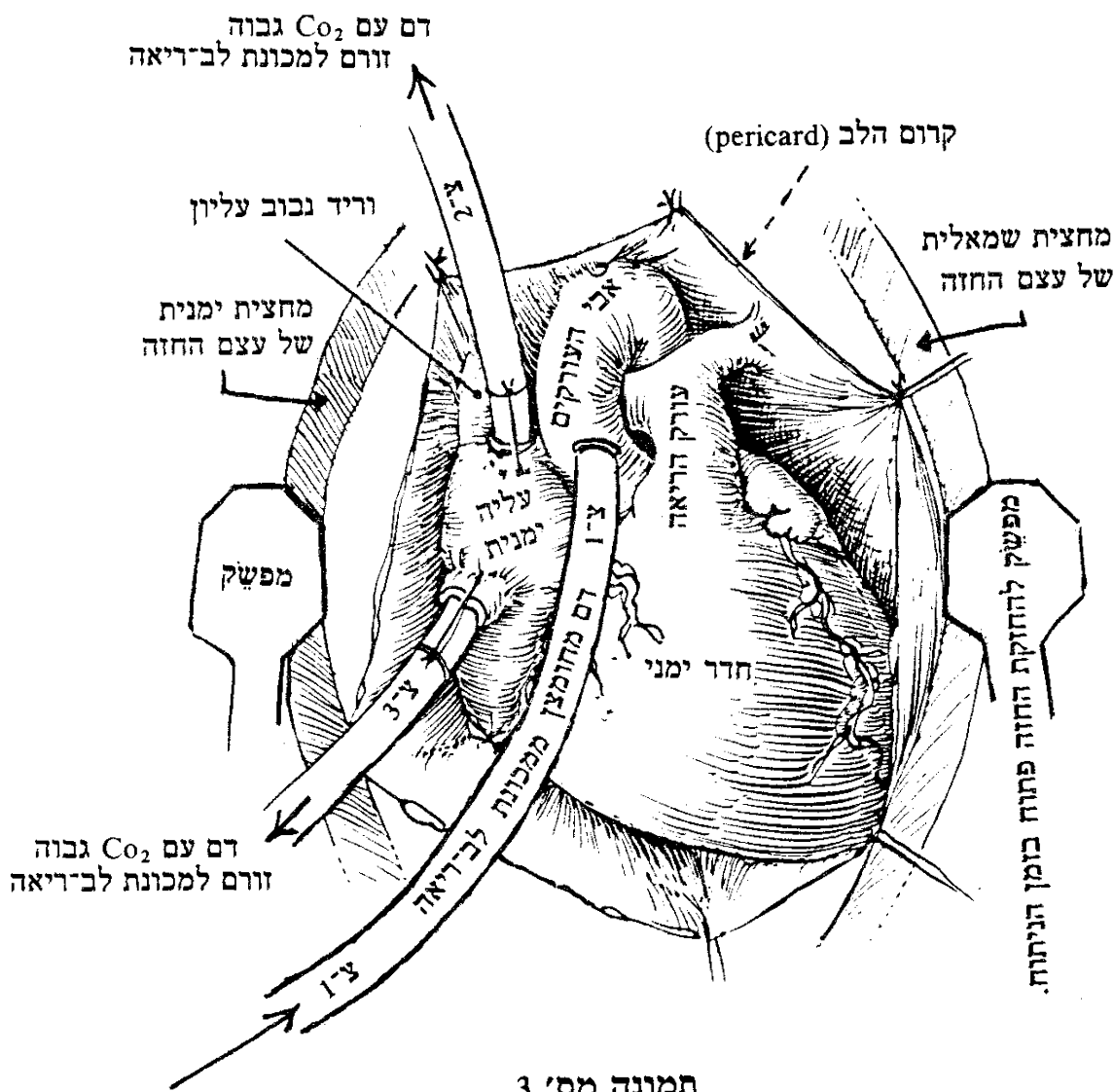
1. הכנה וחיבור החולה למכונת לב-ריאה.
2. שלב התיקון של הדרוש תיקון בלב עצמו.
3. ניתוק הלב ממכונת לב-ריאה.

ד. הכנה וחיבור למכונת לב-ריאה. (תמונה מס' 3).

בשלב ההכנה נפתח בית החזה, נפתח הפריקרד (כיס הלב) והלב חשוף וגלוי למנתח. בהמשך מוכנס צינור לאבי העורקים, (צ-1) דרכו יוחזר הדם ממכונת לב-הריאה לגוף החולה. מוכנסים 2 צינורות נוספים לוריד הנבוב העליון (צ-2) ולוריד הנבוב התחתון (צ-3) וזאת דרך העליה הימנית (תמונה מס' 3). בשני צינורות אלו ינוקז הדם מהעליה הימנית — אותו הדם החוזר מהגוף בדרכו לריאות — ויעבור למכונת לב-הריאה. הדם במכונת לב-הריאה עובר חימצון ובעזרת משאבה מוחזר דרך הצינור, המיועד לכך, ישירות לאבי העורקים. כאן המקום לציין כי אין הלב מוצא ממקומו ואינו מנותק מכלי הדם הראשיים, אלא הצינורות מוכנסים לתוך כלי הדם כמתואר לעיל.

בעת מעבר הדם במכונת לב-הריאה, בנוסף לחמצונו הרי שגם ניתן לקררו או לחממו בהתאם לצרכים. ידוע כי חילוף החומרים של הגוף קטן בעת שטמפרטורת

הגוף נמוכה יותר — לאור זאת מומלץ לבצע ניתוחי הלב בטמפרטורה נמוכה מהנורמלית, ולעתים בטמפרטורה של  $20^{\circ}\text{C}$ - $22^{\circ}\text{C}$  מעלות. לצורך כך ניתן לקרר את הדם בעת תחילת הניתוח לטמפרטורה נמוכה של עד  $10^{\circ}\text{C}$ - $12^{\circ}\text{C}$  ואילו בתום הניתוח לחממו בשנית עד לטמפרטורה של  $37^{\circ}\text{C}$ - $38^{\circ}\text{C}$  ועל ידי כך ניתן להשיג השינוי הרצוי בטמפרטורת הגוף בשלבי הניתוח השונים.



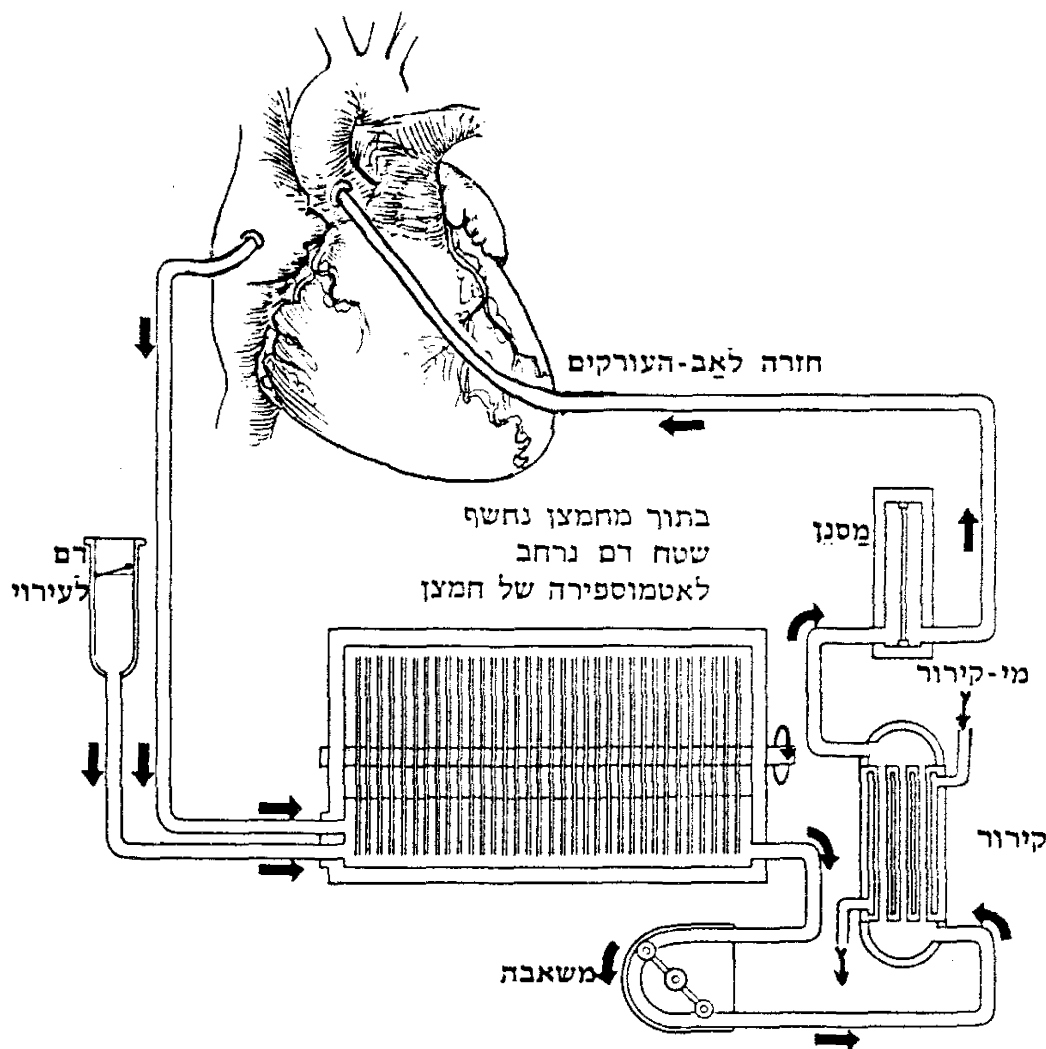
תמונה מס' 3'

מצב הלב בתוך בית החזה הפתוח. הצינורות צ"2 וצ"3 שואבים את הדם הוורדי מאזור הכניסה לעליה הימנית, ומזרימים אותו למכונת לב-ריאה. הצינור צ"1 מחזיר דם מחומצן ממכונת לב-ריאה ישירות לאבי העורקים.

### ה. שלב התיקון של הפגם בלב

לאחר ביצוע הכנסת הצינורות לכלי הדם הראשיים, המנתח מבקש מהממונה על מכונת לב-ריאה להתחיל להפעילה. כתוצאה מכך מתחילה המכונה לפעול, מנקזת בהדרגה דם מהעליה הימנית ומחזירתהו ישירות לאבי העורקים, וזאת עד למצב שבו כל הדם מהעליה הימנית מנוקז למכונה ומוחזר לאבי העורקים. במצב זה אין הלב מתפקד יותר כמשאבה אלא המכונה מבצעת זאת במקומו. בשלב זה, שריר הלב עדיין מקבל אספקת דם לצורך קיומו דרך העורקים הכליליים וממשיך לפעום כהרגלו. לאחר שכל נפח הדם עוקף הלב ומועבר למכונה, מתחיל תהליך הקירור. הדם העובר במכונה מתקרר ועל ידי כך מקרר גם את הגוף, הלב המקבל

דם קר מאט את קצב פעולתו. בשלב זה המנתח חוסם את זרימת הדם לשריר הלב עצמו בעוד שהזרימה לשאר הגוף ממשיכה כסדרה. כאשר מופסקת זרימת הדם ללב עצמו ובעזרת הזרקת חומרים משתקים כגון תמיסה קרה ועשירה באשלגן, מפסיקה פעולת הלב לחלוטין. כעת, ניתן לפתוח את הלב או לעבוד על שטח פניו על מנת לבצע את הטעון תיקון. אם מדובר במסתם פגוע ניתן לפתוח את הלב, להוציא המסתם, להחליפו במסתם מלאכותי ולסגור הלב.



#### תמונה מס' 4

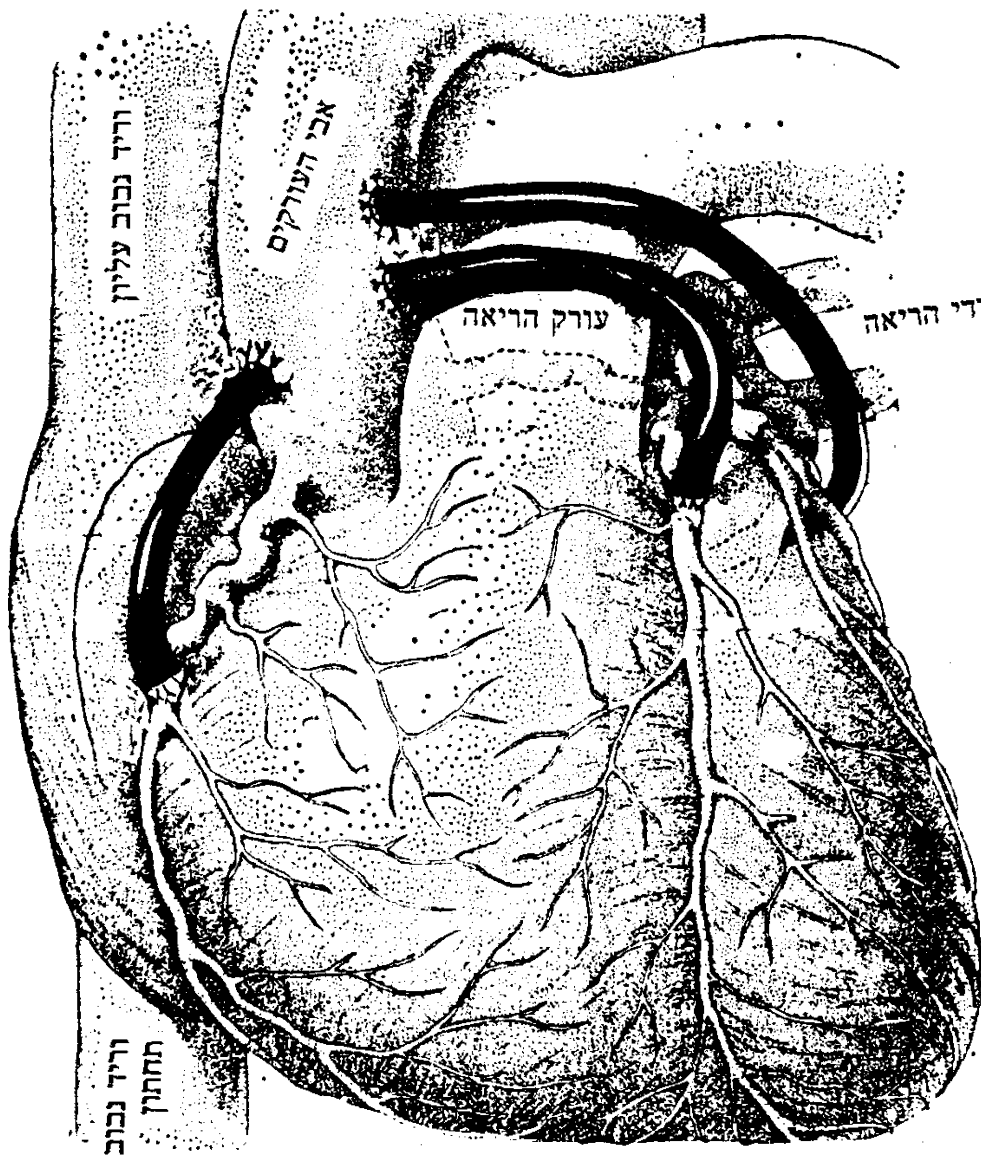
מכונת לב-ריאה — נוסף על היותה ממלאת מקום הלב — משמשת גם תחליף לריאות. הדם הוורדי מתחמצן וכאותו זמן עצמו משתחרר פחמן דו-חמצני. את המשאבה המזרימה את הדם לאב-העורקים מווסתים באופן כזה, שמחזור הדם ולחץ הדם נשמרים תקינים. כפיצוי על הדם שאבד במהלך הניתוח משמש עירוי דם המופנה למכשיר. המכונה מסוגלת גם לקרר את הדם הזורם ועל-ידי-כך יורדת טמפרטורת הגוף של החולה. פעולה זו מאיטה גם את קצב חילוף החומרים — דבר הכרחי במצב של ניתוח ממושך.

#### 1. ניתוק הלב ממכונת לב-הריאה

לאחר שנגמר התיקון בלב עצמו, מתחיל תהליך חימום החולה. לשם כך מכונת לב-הריאה מחממת הדם בהדרגה ועל ידי כך מתחמם הגוף עד לטמפרטורה התקינה של כ-  $36-37^{\circ}\text{C}$ . תוך תהליך החימום מוסר החוסם שהיה על אבי העורקים ועצר הזרימה לשריר הלב עצמו. עם הסרת החוסם מתחיל שריר הלב לקבל בשנית אספקת דם מחומם ועל ידי כך חוזר לפעילותו. לעתים הלב אינו חוזר לפעום אלא מפרפר, ובמקרה שכזה ניתנת מכת חשמל ללב ההופכת פרפור

שריר הלב לפעילות סדירות. כל אותו השלב עדין אין הלב מבצע כל עבודת דחיסה אלא פועם בלבד. דהיינו, פעימתו קיימת אך אינה מביאה פירות ואילו מכונת לב-הריאה היא הדוחסת הדם והיא השומרת על לחץ הדם ועל חימצונו תוך עקיפת הלב. רק כאשר נראה כי הלב פועם כמצופה, מתחיל תהליך ניתוק החולה ממכונת לב-הריאה. תהליך זה משמעותו העמסת דם על הלב, דהיינו פחות ניקוז למכונת לב-הריאה ועל ידי כך הדם נכנס למסלולו הטבעי בתוך הלב. תוך פרק זמן של דקות מפחיתים את ניקוז הדם לכוון המכונה ועל ידי כך הלב מקבל יותר ויותר דם וחוזר לתפקודו התקין. התהליך נגמר כאשר מפסיקים לנקז דם למכונה לחלוטין. ברגע זה, כאשר נראה כי הלב פועם לשביעות רצון המנתח, מוציאים הצינורות מאבי העורקים העולה (צ-1 בתמונה מס' 3) ומהעליה הימנית (צ-2 וצ-3) והניתוח מושלם על ידי סגירת בית החזה.

תיאור זה של השימוש במכונת לב-ריאה בעת ניתוח לב פתוח מלמד כי אין הלב מוצא מקומו, אינו מנותק אנטומית מכלי הדם, אלא מפסיק באופן זמני לפעול כמשאבת דם, והמעקף של הלב הוא תיפקודי ולא אנטומי.



תמונה מס' 5

מראה הלב אחרי ניתוח מעקף. כלי הדם הכהים הם הורידים שנלקחו מרגלי החולה והושתלו כמעקף לעורקים הכליליים הטרשתיים.