**מערכת הדם – מבנה ותפקוד**

**מבנה המערכת (מבט כללי)**

הלב, הדם וכלי הדם מרכיבים את מערכת הדם המקשרת בין כל המערכות בגוף. הדם מעביר לרקמות חומרים נחוצים, כגון חמצן, מרכיבי מזון (פחמימות, חומצות אמינו, שומנים), הורמונים ונוגדנים ומסלק מהם חומרי הפרשה, כגון פחמן דו-חמצני ופסולת. הלב הוא ה"משאבה" המפעילה את זרימת הדם. הדם היוצא ממנו זורם מכלי דם הנקראים עורקים. העורקים מתפצלים, הולכים ונעשים דקים ככל שהם מתרחקים מהלב. כלי הדם הדקיקים ביותר נקראים נימים. מהנימים עוברים חומרים (למשל, מים, חמצן, חומרי מזון) דרך הדפנות אל התאים, ומהתאים עוברים אל הדם חומרים (למשל, פחמן דו-חמצני וחומרי פסולת), ומשם חוזר הדם דרך הוורידים ללב. נוזל הדם שפעפע אל בין התאים חוזר בצינורות הלימפה.

חשוב לדעת:מערכת הלימפה מורכבת מרשת של צינורות לימפה ומקשרי לימפה. נוזל היוצא מהדם דרך דופן הנימים נאסף אל צינורות הלימפה וזורם בהם חזרה אל הוורידים הגדולים, ובדרך עובר כעין סינון בקשרי הלימפה. כיוון הזרימה בצינורות הלימפה הוא תמיד מההיקף אל מרכז הגוף, בדומה לכיוון הזרימה בוורידים. למערכת הלימפה כמה תפקידים: ייצור לימפוציטים ונוגדנים כחלק ממערכת החיסון של הגוף, סינון גופים זרים, ספיגת שומנים ממערכת העיכול והחזרת נוזל הדם לדם.

**הלב, כלי הדם ומחזורי הדם**

הלב נחלק לשניים - חלק שמאלי וחלק ימני המופרדים במחיצה שרירית, אטומה לגמרי. כל חלק מכיל שני חללים: חלל עליון הנקרא עלייה או פרוזדור, וחלל תחתון הנקרא חדר. בין העלייה לחדר קיים שסתום (מסתם) חד-כיווני המאפשר לדם לזרום מהעלייה לחדר, אך אינו מאפשר לו לחזור מהחדר לעלייה.

הדם מגיע אל העליות דרך הוורידים ויוצא מהלב דרך העורקים. אל העלייה השמאלית מגיע דם עשיר בחמצן שהגיע בוורידים מהרֵאות. אל העלייה הימנית מגיע דם דל-חמצן שהגיע מכל הגוף דרך הוורידים. הדם עובר מהעליות לחדרים, ומשם יוצא כשהלב מתכווץ. מחדר שמאל יוצא הדם דרך שסתום חד-כיווני אל אבי העורקים, ומשם זורם אל העורקים השונים ומגיע לכל חלקי הגוף. מחדר ימין יוצא הדם לעורק הרֵאה, גם הוא דרך שסתום חד-כיווני, וזורם אל הרֵאות, שם הוא מתעשר בחמצן. המסלול שהדם עובר מחדר שמאל אל כל הגוף וחוזר לעלייה ימנית נקרא **מחזור הדם הגדול**. המסלול שהדם עובר מחדר ימין, זורם דרך הרֵאות וחוזר לעלייה שמאלית נקרא **מחזור הדם הקטן**. בשני המחזורים זורם הדם באותו הזמן.

שִׂמו לב: כשאומרים דם עשיר בחמצן הכוונה היא לדם שההמוגלובין בתאים האדומים שלו רווי בחמצן. דם דל חמצן – כאשר לא כל ההמוגלובין רווי בחמצן.

**עורק**: כלי דם המוביל דם מהלב אל ההיקף. לא תמיד זורם בעורקים דם עשיר בחמצן. בעורק הרֵאה, למשל, זורם דם דל בחמצן. עורק הוא כלי הדם שזורם בו דם המתרחק מהלב.

**וריד**: כלי דם המוביל דם מההיקף לכיוון הלב. לא בכל הוורידים זורם דם דל-חמצן, בוורידי הרֵאה למשל, זורם דם עשיר בחמצן. וריד הוא, אם כן, כלי דם שזורם בו דם לכיוון הלב.

הלב הוא כולו שריר. בכל פעימת לב מתכווץ השריר ודוחף את הדם שבחדרים אל תוך העורקים. כוח הדחיפה מזרים את הדם גם כלפי מעלה אל הראש.

את האות להתכווצות השריר נותן קוצב הלב הטבעי. קוצב זה מורכב מצבר של תאים בעלי יכולת לייצר דחף חשמלי ולשגר אותו אל תאי השריר. כשהשריר מקבל את הדחף החשמלי, הוא מתכווץ. בזמן מנוחה מייצר קוצב הלב שלנו 70-60 דחפים כאלה בדקה, ולכן הלב מתכווץ 70-60 פעמים בדקה. במאמץ, בפחד ובהתרגשות מקבל קוצב הלב דחפים עצביים שמקורם במערכת העצבים המרכזית ומגביר את קצב התכווצויות הלב בהתאם.

**הדם**

הדם מורכב מתאי דם (אדומים, לבנים וטסיות) התופסים כ-45% מנפחו ומנוזל הדם – הפלסמה – שתאי הדם נישאים בתוכו. תאי הדם תופסים כ-45% מנפחו של הדם, והפלסמה היא, אם כן, כ-55% מנפח הדם.

**פלסמת (נוזל) הדם**

הפלסמה מורכבת ממים שחומרים שונים מומסים בהם:

* מלח בישול (NaCl), אשלגן וסידן נמצאים בדם כחלקיקים בעלי מטען חשמלי, אך בסך הכול שווה מספר החלקיקים החיוביים לשליליים, ולכן אין לדם עצמו מטען חשמלי.
* חלבונים – משמשים בחלקם נוגדנים, בחלקם גורמי קרישה, ובחלקם זרזים ביולוגיים של תגובות.
* סוכר (גלוקוז)
* שומנים – בחלקם כולסטרול
* שינן (נקרא גם שתנן ובלעז – אוראה) – חומר המופרש מהדם לשתן בכליות. השינן מקנה לשתן את הצבע והריח האופייניים לו. הוא מאפשר לגוף להיפטר מעודפי חנקן.
* הורמונים – חומרים המופרשים מבלוטות שונות בגוף ופועלים על איברי מטרה מרוחקים. הם מפקחים על פעולות שונות בגוף.
* חומרים נוספים מובלים ממקום ספיגתם לאזורים אחרים בגוף, כגון ברזל ותרופות שונות שאנו נוטלים.

הפלסמה משמשת גם להובלת המים עצמם בתוך הגוף, מאזור הספיגה שלהם (מערכת העיכול) לכל מקום שהם דרושים בו. הפלסמה היא כ-5% ממשקל הגוף (כ-7% ממשקל המים בגוף).

**תאי הדם**

תאי הדם כוללים תאי דם אדומים, תאי דם לבנים וטסיות דם:

**תאי הדם האדומים:** הרוב הגדול של תאי הדם הם תאי דם אדומים. בעבר הם נקראו גם כדוריות דם אדומות אך צורתם אינה כדורית, ועל כן השם מטעה. צורתם של תאי הדם האדומים היא צורת דסקית פחוסה, צרה יותר במרכז מאשר בהיקף. צורה זו מאפשרת לתאי הדם האדומים לתפוס מעט מקום ולהצטופף, וכך מגיע מספרם בדם ל-5 מיליון תאים בממוצע בכל ממ"ק. כמות עצומה זו של תאי דם אדומים דרושה להעברת כל החמצן לתאי הגוף, גם בזמן מאמץ. זו דוגמה להתאמה בין צורה לתפקיד. הצורה הפחוסה היא בעלת שטח פנים גדול יחסית. לפיכך מתגבר שיעור הפעפוע של החמצן מנוזל הדם אל תא הדם האדום. התאים האדומים, כמו שאר תאי הדם, נוצרים במוח העצמות. התאים מבשילים ונודדים ממוח העצמות אל הדם הזורם בכל הגוף. תוך כדי ההבשלה והנדידה מתמוסס גרעין התא, והתא מגיע למחזור הדם כשהוא חסר גרעין. תא הדם האדום אינו יכול להתרבות ואורך חייו כ-120 יום.

המוגלובין תופס את רוב הנפח בתא הדם האדום. המוגלובין הוא מולקולה גדולה של חלבון ופיגמנט. הוא מורכב מארבע שרשרות מפותלות של חלבון שבמרכז כל אחת מהן נמצא פיגמנט, שאליו קשור אטום של ברזל. אטום הברזל קושר אליו חמצן (בנימי הרֵאה) ומשחרר את החמצן (בנימי הגוף). גם פחמן דו-חמצני נקשר אל המוגלובין (בנימי הגוף) ומשתחרר ממנו (בנימי הרֵאות). המוגלובין הוא "כלי התחבורה" של הגזים מהרֵאות אל רקמות הגוף ולהיפך.

 כאשר יש בדם מעט מדי תאי דם אדומים, זוהי אנמיה. בדרך כלל יש כ-5 מיליון תאי דם אדומים בכל ממ"ק של דם, אך כשיש אנמיה, המספר קטן הרבה יותר. נהוג למדוד המוגלובין בדם במספר תאי הדם האדומים. ערכי המוגלובין רגילים הם סביב 15 גרם לכל 100 סמ"ק דם, אך ערכים רגילים אלה משתנים בין נשים לגברים ובין מעבדות שונות. קיימות סיבות שונות לאנמיה, אך השכיחה ביותר היא חוסר ברזל במזון. צמחוניים, אנשים הממעטים לאכול בשר וכן נשים בהריון עלולים ללקות באנמיה.

חשוב לדעת:בחשיפה לפחמן חד-חמצני (**CO**) הנוצר במנועי מכוניות, תנורי נפט, סיגריות ועוד, קושר אליו המוגלובין את הפחמן החד-חמצני בקשר חזק יותר מאשר את החמצן או את הפחמן הדו-חמצני, וכך הוא חדל לשמש בתפקידו כמוביל גזים בגוף. זו הרעלת פחמן חד-חמצני.

**תאי הדם הלבנים:** במוח העצמות נוצרים סוגים אחדים של תאי דם לבנים. תאים אלה עוברים ממוח העצמות אל הדם, ומשם עובר חלק מהם אל הרקמות השונות בגוף. סוג אחד של תאי דם לבנים הם הגראנולוציטים. אלה הם תאי דלקת, הם בולעים חיידקים וגורמים זרים אחרים שחדרו לגוף. עקב כך הם מתפרקים ויוצרים מוגלה. תאים אלה יכולים לשנות את צורתם. הם שולחים שלוחות המקיפות את החיידק או את הגורם הזר ומכניסים אותו לתוכם. הגראנולוציטים מהווים את רוב תאי הדם הלבנים, כ-60% מהם.

סוג דם שני של תאי דם לבנים הם **הלימפוציטים.** הם קטנים יותר מהגראנולוציטים ומשתתפים בתגובה החיסונית. תאים אלה בחלקים מייצרים נוגדים, ובחלקם הורגים גורמים זרים ישירות. כמה מהתאים שהשתתפו ב"מערכה" נגד גורם המחלה הופכים תאי זיכרון, הם יכולים לחדש את התגובה החיסונית בפעם הבאה שגורם המחלה יחדור לגוף. בזכות תאים אלה אנו מתחסנים אחרי קבלת תרכיב או בעקבות מחלות ילדות. הלימפוציטים מהווים כ-30% מתאי הדם הלבנים. הסוג השלישי של תאי דם לבנים הם תאים גדולים הנקראים מונוציטים או מאקרופאגים – התאים הבלעניים הגדולים. תאים אלה מנקים את הגוף משאריות תאים, מחיידקים מתים, מגופים זרים שחדרו פנימה וכדומה. כמו הגראנולוציטים, גם המאקרופאגים משנים את צורתם, ועל ידי כך בולעים גופים זרים, אך הם אינם מתפרקים ואינם מייצרים מוגלה. הם פשוט ממשיכים לנדוד בגוף ולנקות אותו מגורמים בלתי נחוצים. הם מהווים כ-10% מתאי הדם הלבנים.

**טסיות הדם:** לטסיות הדם יש תפקיד במנגנון קרישת הדם. מנגנון קרישת הדם מונע איבוד דם כשדופן כלי הדם נפגעת. במקום הפגיעה נוצר קריש דם הסותם את יציאת הדם. מנגנון הקרישה הוא מנגנון מורכב, הוא מבטיח שלא ייווצרו קרישי דם כשאין בהם צורך מפני שקרישי דם עלולים גם לחסום את כלי הדם. כמו כן הוא מבטיח שקריש דם יתמוסס ברגע שתבריא דופן כלי הדם הפגוע. במנגנון זה שותפים טסיות הדם וגורמי קרישה. טסיות הדם נקראות גם "לוחיות דם", ובלועזית – טרומבוציטים. הן מתגודדות במקום הפגיעה ויוצרות שם פקק זמני. הן מפרישות חומרים המצרים את כלי הדם. טסיות הדם הן אחד המרכיבים התאיים של הדם, יחד עם תאי הדם האדומים ותאי הדם הלבנים. הן נוצרות במוח העצמות, כמו שאר תאי הדם, ויוצאות משם אל הדם הזורם בכלי הדם בצורת שברי תאים. בעת פציעה, **גורמי הקרישה** המומסים בדם עוברים ממצב לא-פעיל למצב פעיל בעקבות חומרים המופרשים מדופן כלי הדם וגורמים לשקיעה של חוטי חלבון דביקים, הנקראים **פיברין.** הפיברין כורך יחד את הטסיות המתגודדות ואת תאי הדם האדומים, הנמצאים באזור ומהדק אותם למעין פקק, הפקק הזה הוא קריש הדם. בשלב מאוחר יותר מתאחה הדופן הפגועה של כלי הדם, וקריש הדם מתמוסס. היעדר קרישה של הדם נובע מסיבות רבות: חוסר בטסיות או חוסר בכל אחד מגורמי הקרישה. המופיליה היא מחלה תורשתית שבה אחד מגורמי הקרישה פגום. המחלה ידועה כבר מתקופות קדומות. במקורות היהודיים יש תיאורים של ילדים שקשה לעצור אצלם את הדימום בעקבות ברית המילה. גם צאצאיה של המלכה ויקטוריה מבית המלוכה הבריטי סבלו מהמופיליה.

**מחלות כלי דם , אבחנה וטיפול**

מחלות כלי הדם הן בעיה בריאותית ראשונה במעלה, בעיקר בארצות המערב המפותחות. מחלות אלה מתפתחות על רקע תהליך אִטי של חסימה של כלי הדם עקב שקיעה של שומן וסידן על הדפנות שלהם, מבפנים. התהליך נקרא **טרשת עורקים**.

גורמים רבים מאיצים את תהליך טרשת העורקים, עד שנוצרות חסימות מלאות בעורקים, וכתוצאה מכך מפסיקה אספקת הדם לאזור מסוים בגוף. כאשר אזור מסוים בגוף אינו מקבל אספקת דם זהו אוטם והוא מתרחש לעתים קרובות בשריר הלב (התקף לב) או במוח (אירוע מוחי), אך לא רק שם. אוטם יכול לקרות גם במערכת העיכול, ברשתית העין ועוד.

גורמים רבים משפיעים על האצת התהליך הטרשתי. קיימת נטייה תורשתית חזקה לפתח טרשת עורקים בגיל צעיר. מחלות כגון יתר לחץ דם וסוכרת, המתפתחות על רקע משפחתי-תורשתי, תורמות להאצת התהליך הטרשתי. רמה גבוהה של שומנים בדם, בעיקר כולסטרול מסוג מסוים, מסוכנת אף היא. לעתים יש עודף שומנים בדם על רקע תורשתי, אך אצל רוב האנשים הרקע הוא תזונתי. נשים בגיל הפוריות מוגנות במידה רבה מפני האצת התהליך של טרשת העורקים, ואמנם מעט מאוד נשים חולות באוטם שריר הלב או באוטם מוחי בגיל צעיר. אך עם סוף תקופת הפוריות (בערך בגיל 50), כשהשחלות מפסיקות לייצר הורמונים נשיים, עולה אחוז הנשים החולות באוטם שריר הלב או באוטם מוחי והוא משתווה לאחוז הגברים.

עקב השכיחות של מחלות כלי דם באוכלוסייה, בעיקר במדינות המפותחות כאמור, קיים צורך דחוף למצוא תרופות למחלות אלה. צורך זה הוביל לפיתוח מכשור טכנולוגי משוכלל ביותר לאבחנה ולטיפול בכלי הדם. בשלב ראשון מטפלים בתרופות. מקצת התרופות משתנות כל הזמן, ומעבדות המחקר בכל העולם מייצרות תרופות יעילות יותר ויותר ומצמצמות את תופעות הלוואי. עם זאת, יש לציין שמקצת התרופות בשימוש למשל אצל חולי לב, ידועות כבר שנים רבות ועדיין נחשבות יעילות ביותר.

צנתור הוא הליך שבו מחדירים צינור מעורק במפשעה או בזרוע אל הלב. על ידי הזרקת חומר ניגוד אל עורקי הלב – העורקים הכליליים – וצילום במכשיר רנטגן דוגמים כל עורק ועורק בלב ובודקים אם הוא סתום, סתום בחלקו או פתוח. באמצעות הצנתר מצליחים להחדיר גם מכשירים אל עורק סתום ולפתוח את החסימות (צנתר בלון), או להשתיל תומכים שיחזיקו את העורק פתוח. במקרים הקשים יותר מנתחים ומחליפים את העורקים הסתומים בכלי דם אחרים מגופו של החולה. בניתוח כזה מזרימים את דמו של המנותח דרך מכונת לב-רֵאות ומשתקים את הלב כדי שיהיה אפשר לפעול בתוכו. באחרונה דווח על ניתוח מסוג זה דרך חורים אחדים בחזה, באמצעות רובוט קטן ומסך טלוויזיה. לא היה צורך לפתוח את בית החזה של המנותח, לא היה צריך להפסיק את פעילות הלב ולא נזקקו למכונת לב-רֵאות.