

בלמ"ס
בית
מחלקת
משרד
טלפון:
תיק:
סימוכין:
כ"ה
19
בטבת
בינואר
צבאית
ההדרכה
צפ"ח
0747-5116
צפה
010652-3-4424
התשפ"ג
2023



תיק מדריך בנושא:

אנטומיה

נכתב ועודכן ע"י: סמ"ר ניצן נתנאל, נצי"פ חו"פ ומח"צ

סגן עדי כהן, קצין צוות פיתוח הדרכה

אושר הדרכתית: סגן עדי כהן, קצין צפ"ח

אישור מקצועי:

אישור מד"ר סופי: סרן ירדן אלחיאני

תאריך אישור מד"ר: פברואר 2023

כל חמוסר תוכן מסמך זה, כולו או מקצתו, לידיעת אנשים שאינם מוסמכים
לכך עובר על חוקי בטחון המדינה.

המוצא מסמך זה, נדרש למוסרו לתחנה הקרובה ביותר של משטרת ישראל או
המשטרה הצבאית.



תוכן עניינים

עמוד	הנושא
3	מבוא
4-13	מונחים רפואיים
14-19	יסודות מבנה הגוף
20-30	מערכת הנשימה
31-50	מערכת הלב וכלי הדם
51-63	מערכת העצבים
64-66	מאזן חומצה - בסיס
67-76	מערכת העיכול
77-79	מערכת ההפרשה
80-81	מערכת הכסות
82-89	מערכת השלד
90-91	מערכת השריר
92-95	מערכת החיסון
96	ביבליוגרפיה



מונחים רפואיים

תחיליות

inter-	בין	a , an-	חוסר ב-
mal-	הפוך, לא נכון	ab-	רחוק מ-
olig-	מעט, קצת	ad-	לכיוון, בקירבת
ortho-	ישר	ante-	לפני-
para-	ליד	anti-	נגד-
per-	דרך	bi-	שניים-
Peri-	מסביב	brady-	איטי-
Poly-	הרבה	circum-	מסביב-
post-	אחרי	contra-	כנגד-
pre-	לפני	dys-	הפרעה, כאב, קושי
quadr-	ארבע	ecto-	מחוץ-
retro-	מאחורי	endo-	בתוך-
sub-	מתחת	epi-	מעל
super-, supra-	מעל	extra-	מחוץ ל-
tachy-	מהיר	hemi-	חצי-
trans-	חוצה, דרך	hyper-	יותר, עודף
tri-	שלוש	hypo-	מתחת, חוסר
		in-, intra-	בתוך



מילות קישור

meningo-	קרום המוח	adeno-	בלוטה
myo-	שריר	angio-	כלי דם
nephro-	של הנפרון (כליה)	arthro-	מפרק
neuro-	עיצבי	cardio-	לב
orchi-	אשך	cephalo-	ראש
osteo-	של עצם	cerebro-	מוח
oto-	אוזן	chole-	מרה
pharyngo-	של הלוע	cyst-	שלפוחית
phlebo-	וריד	cyt	תא
pneumo-	אוויר	derm(at)o-	עור
pulmo-	של הריאה	entero-	מעיים
pyo-	מוגלה	erythro-	אדום
rhino-	אף	gastro-	קיבה
sclero-	קושי, מוצק	glyco-	סוכר
thoraco-	של החזה	hem(ato)-	דם
uro-	של השתן	hepato-	של הכבד
vaso-	כלי	hystero-	של הרחם
		leuko-	לבן



סופיות

- ostomy	חיתוך, פתיחה (קבוע)	- algia	כאב ב
- otomy	חיתוך, פתיחה (זמני)	- asthenia	חולשה ב
- paresis	חולשה	- centesis	נקב ב
- pathy	מחלה של	- ectomy	הסרה כירורגית
- penia	מחסור ב	- emia	(בתוך) דם
- plegia	שיתוק	- esthesia	תחושה
- pnea	נשימה	- genic	גורם
- rrhagia	התפרצות קדימה	- graph(y)	דמיון ש
- rrhea	זרימה שוטפת	- itis	דלקת של
- scopy	לבדוק	- megaly	הגדלה של
- uria	שתן	- oma	גידול ב
		- osis	מחלה של



מושגים כלליים

המונח	פירוש
1. אספירציה ASPIRATION	שאיפת הפרשות אל תוך הקנה.
2. סטרידור STRIDOR	קולות נשימה (המזכירה נביחה) המתפתחת כתוצאה מחסימת דרכי האוויר העליונות.
3. פניאו, פניאמו PNEUMO	תחילית או סופית המציינת נשימה, אוויר. דוגמא: ברדיפניאה (נשימה איטית), פניאומוטורקס (חזה אוויר), פניאומוניה (דלקת ריאות).
4. ונטילציה -VENTILATION	מונח המציין נשימה, שחלוף אוויר. דוגמא: היפרונטילציה (נשימת יתר), ונטולין (תרופה להרחבת סמפונות).
5. אספיקציה ASPHYXIA	תשניק. חוסר באוויר.
6. פריסטלטיקה PERISTALSIS	תנועת "כיווץ מתקדם". תנועת "סחיטה גלית". תנועת שרירי צינור העיכול המסייעת בהולכת המזון בתוך הצינור.
7. גסטרו- GASTRO-	קיבה, קיבתי. דוגמא: גאסטרואנטריטיס – דלקת בדרכי קיבה, גאסטרוסקופיה – צילום של דרכי הקיבה.
8. רנל RENAL	כלייה, כליתי. דוגמא: בלוטת האדרנל (בלוטת יותרת הכלייה) ממנה מופק האדרנלין.
9. הפטו HEPATO	כבד, כבדי. דוגמא: הפטיטיס (דלקת הכבד).



10.	ספלו	טחול, טחולי.
	SPLENO	דוגמא: ספלנוקטמיה (כריתת טחול).

מונחים הקשורים למערכת הדם

המונח	פירוש
1. קרדיה	לב, לבבי.
CARDIA	דוגמא: קרדיולוג (רופא המתמחה בלב), טכיקרדיה (דופק מהיר).
2. וסקולרי	של כלי הדם.
VASCULAR	דוגמא: המערכת הקרדיוסקולרית (מערכת הלב וכלי הדם).
3. אאורטה	אבי העורקים. העורק הראשי המוביל דם מחומצן מהחדר השמאלי בלב אל כלי דם אחרים ומשם אל כל הגוף.
AORTA	
4. ונה קווה	הוריד הנבוב. שני ורידים, עליון (SUPERIOR) ותחתון (INFERIOR) המנקזים דם מהגוף אל העליה הימנית בלב. VENA-וריד. CAVA-חלול
VENA CAVA	
5. ARTERY	עורק.
6. VENA , VEIN	וריד.
7. קפילרה	נים, נימית.
CAPILLARY	דוגמא: מילוי קפילרי (מילוי נימי).
8. שוק	הלם.
SHOCK	פרפוזיה (הספקת דם) לקווה לרקמות הגוף
9. M.I	MYOCARDIAL INFARCTION (אוטם שריר הלב).



מונחים הקשורים למערכת העצבים

המונח	פירוש
1. נאורו-NEURO-	תחילית המציינת קשר למערכת העצבים.
2. NERVE	דוגמא: נאורוגני (נוצר מסיבה עצבית, למשל שוק נאורוגני), נאורולוג (רופא המתמחה במערכת העצבים).
3. קרניאלי CRANIAL	עצב.
4. צרברלי CERBERAL	גולגולתי.
5. ספינלי SPINAL	דוגמא: ICP = INTRA CRANIAL PRESSURE (לחץ תוך גולגולתי).
6. קומה COMA	מוחי, של המוח הגדול (מתוך CEREBRUM).
7. סטופור STUPOR	דוגמא: CSF = CEREBRO SPINAL FLUID (נוזל מוח השדרה).
	דוגמא: CVA = CEREBRO VASCULAR ACCIDENT (אירוע מוחי).
	שדרתי, של עמוד השדרה.
	דוגמא: שוק ספינלי (מצב של הלם הנגרם כתוצאה מפגיעה שדרתית).
	מצב של חוסר הכרה עמוק.
	ערפול הכרה עמוק.



מילון מושגים

קליניקה – אוסף הממצאים שהחולה/פצוע מדווח עליהם.

למשל – החולה מדווח על כאב שמקרין ליד שמאל

קליני – מתייחס לסימפטומים ומדדים הנצפים כתוצאה ממחלה/פציעה, למשל – הפצוע מציג נשימות מהירות, אף מזיע וחיזור.

דיאגנוזה – אבחון קביעת טבעה של מחלה/פציעה/פגם.

פרוגנוזה – הערכה של המטפל בנוגע לסיכויי ההחלמה או תוצאותיה של המחלה בחולה מסויים. פרוגנוזה נמוכה = סיכויי הישרדות נמוכים

סדציה – טשטוש של חולה, לרוב מתייחס לתרופות המורידות את מצב ההכרה עד למצב של תרדמת.

אנלזיה – שיכוך כאבים, הורדת רגישות לכאב ללא איבוד הכרה או תחושה.

איסכמיה – זרימה לא מספקת (חסימה) של דם אל חלק מסויים בגוף.

היפוקסיה – רמות נמוכות של חמצן ברקמות. היפו – תת. אוקסיה – חמצן.

אנוקסיה – היעדר חמצן ברקמות. (אנ = חוסר ב... אוקסיה = חמצן Oxygen)

דפורמציה – עיוות/שינוי צורה (בשברים, פריקות וכו')

קרפיטוס – התחושה שמתקבלת כאשר ממששים אתר של שבר בעצם, תחושה המזכירה נייר צלופן (תחושת חיספוס).

אנגיוגרפיה – הדמיה של כלי הדם ע"י צילום רנטגן לאחר הזרקת חומר ניגוד - אם לצורך אבחון ואם לצורך טיפול.

רסוסיטציה – החיאה, החזרת סימני חיים חיוניים.

הרניאציה – נדידת איברים.

לדוגמה : בפגיעת ראש ייתכן הרניאציה של המוח אל מחוץ לגולגולת לכיוון ה- Foramen magnum.



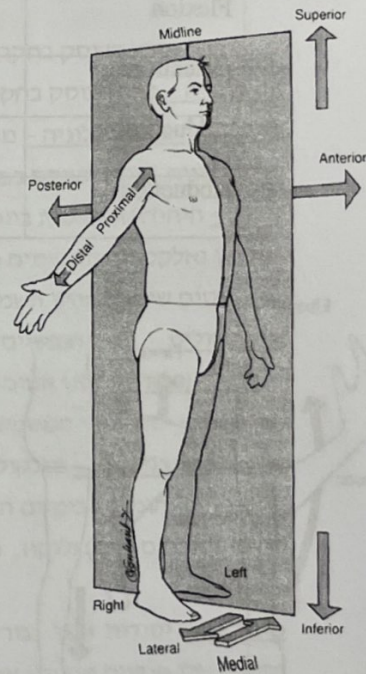
אפניאה – דום נשימה.

קונטוזיה – חבלה.

פראוקסיגינציה – העשרת מטופל בחמצן, לפני ביצוע אינטובציה, על מנת למנוע צניחה מסוכנת בסטורציה תו"כ ביצוע הפרוצדורה.

מילים המתארות כיוונים בגוף

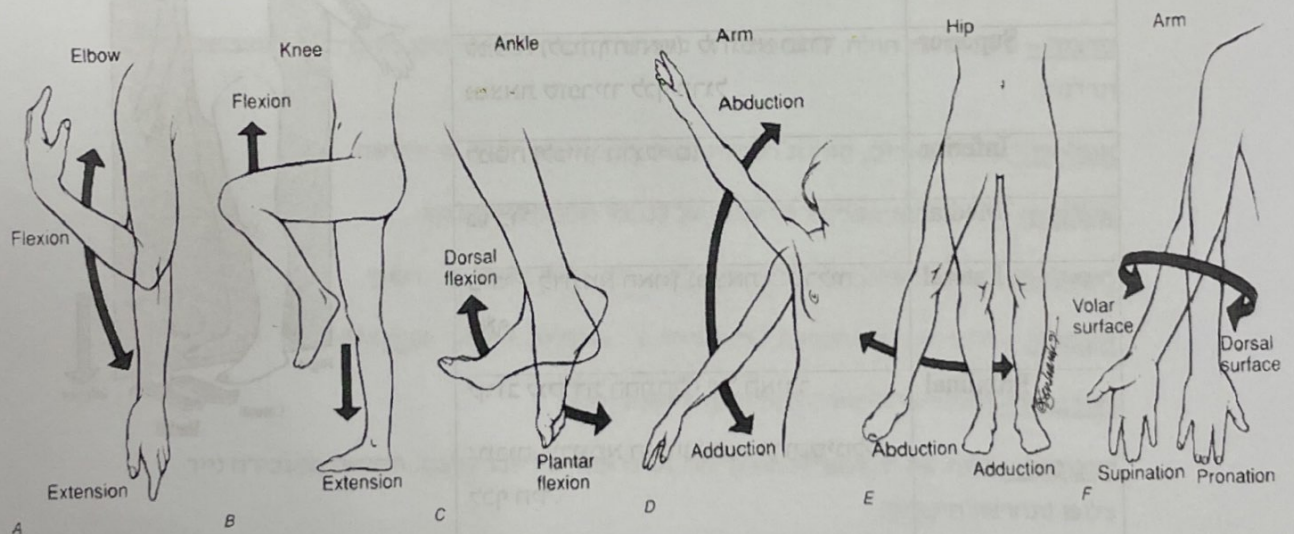
Midline	קו האמצע - (יורד במאונך לאורך הגוף).
Anterior	קדמי
Posterior	אחורי
Superior	למעלה (לכיוון הראש). לדוגמא הברך נמצאת סופריור לכף הרגל
Inferior	למטה (לכיוון הרגליים)
Medial	מרכזי
Lateral	צידי – לדוגמא האוזן נמצאת ליטרלית לאף.
Proximal	קרוב לנקודת ההתחלה של האיבר /מבנה. לדוגמא הזרוע נמצא פרוקסימלית לכף היד.
Distal	רחוק מנקודת ההתחלה של האיבר /מבנה.
Internal	פנימי. לדוגמא המוח אינטרלי לגולגולת.
External	חיצוני, קרוב יותר לשטח העור
Superficial	שיטחי
Deep	עמוק





מילים המתארות תנועת מפרק

Flexion	כיפוף (שני חלקי המפרק מתקדמים זה לזה)
Extention	פשיטה (שני חלקי המפרק מתרחקים זה מזה)
Adduction	תנועה לכיוון קו האמצע
Abduction	תנועה לכיוון הפוך מקו האמצע





יסודות מבנה הגוף

מושגים כלליים

- אנטומיה – מדע העוסק בחקר מבנה וצורת איברי הגוף.
- פיזיולוגיה – מדע העוסק בחקר תהליכים המתרחשים במערכות הגוף.
- פתולוגיה / פתופיזיולוגיה – מדע העוסק בגורמים המפריעים לפעילות הגוף (תורת המחלות).
- פרמקולוגיה – מדע העוסק במנגנוני הפעולה של תרופות.
- אטום – היחידה הבסיסית ביותר. חלקיק מיקרוסקופי, הבסיס ממנו מורכב חומר. מורכב מפרוטון, ניוטרון ואלקטרון. האטומים נבדלים זה מזל לפי מספר הפרוטונים והנייטרונים בגרעין.
- יון – אטום שיש לו מטען חשמלי חיובי או שלילי.
- אלקטרוליט – יונים חופשיים בתוך תמיסה. אלקטרוליטים בעלי מוליכות חשמלית.
- מולקולה (פרודה) – שני אטומים או יותר הקשורים בקשר כימי המרכיבים חומר.
- חמצן - O_2 – יסוד כימי המשמש להפקת אנרגיה בכלל התהליכים בגוף האדם.
- פחמן דו חמצני - CO_2 – מולקולה הנפלטת כתוצאה מנשימה תאית.
- פחמימות – חומרים כימיים המשמשים לרוב להפקת אנרגיה (ATP). הפחמימות הפשוטות ביותר הן חד-סוכרים כמו גלוקוז, והפחמימות המורכבות ביותר הן רב-סוכרים כמו עמילן (חומרי תשמורת).
- מינרלים – יסודות אשר יצורים חיים זקוקים להם לצורך פעילות פיזיולוגית תקינה של הגוף, יסודות אלו מגיעים מהמזון אותו צורך היצור החי.
- שומן – אחד מאבות המזון, אינו מסיס במים ומורכב מליפידים (חומצות שומן). תפקיד השומן הוא להוות מאגר אנרגיה לגוף ולשמש את הגוף להפקת אנרגיה בעת הצורך.
- חלבון – אחד מאבות המזון. חיוני לשמירה על רקמות הגוף ומורכב מחומצות אמינו.
- חומצת אמינו – יחידת המבנה הבסיסית של חלבונים. כיום ידוע על 20-22 חומצות אמינו.
- אנזים – חלבון שהמטרה שלו היא לזרז תהליכים כימיים בגוף (לדוגמה, מערכת העיכול מפרישה אנזימי עיכול שמטרתם היא לזרז את הפירוק הכימי של המזון). גופנו לא יכול לחיות בלי האנזימים בגלל רוב מוחלט של תגובות כימיות שלא יכולות להתרחש בקצב הנדרש לקיום חיים.
- הורמון – חומר כימי המופרש מבלוטה אל תא מטרה ספציפי ומווסת תהליכים.



נוזלים ואלקטרוליטים

תמיסה – תערובת אחידה בה חומר אחד, המתפקד כממס, וחומרים אחרים מומסים בו. למשל, סוכר/מלח בכוס מים היא תמיסה של מוצק בנוזל. להבדיל מתערובת כמו סלט, בתמיסה לא ניתן להבדיל בין החומרים השונים המרכיבים אותה – היא אחידה.

סוגי תמיסות

- תמיסה היפרטונית - תמיסה בעלת ריכוז מומסים **גבוה** ביחס לתמיסה שכנה המופרדת ממנה באמצעות קרום בררני.
 - תמיסה היפוטונית - תמיסה בעלת ריכוז מומסים **נמוך** ביחס לתמיסה שכנה המופרדת ממנה באמצעות קרום בררני.
 - תמיסה איזוטונית - תמיסה בעלת ריכוז מומסים **זהה** לתמיסה שכנה המופרדת ממנה באמצעות קרום בררני.
- לדוגמה : קריסטלואידים - מכילים מלח, אשלגן בריכוז דומה לנוזל ולכן תמיסה איזוטונית (סליין, הרטמן).

ICF (**intra cellular fluid**) - נוזל תוך תאי (כ-40%)

ECF (**external cellular fluid**) - נוזל חוץ תאי, (כ-20%)

מעבר החומרים בתא

הומאוסטזיס - השאיפה של הגוף לשמור על סביבה פנימית יציבה ותקינה, אל מול סביבה חיצונית משתנה (לדוגמה - חום, רמת pH, נוזלים, סוכר).
ברגע שישנה חריגה מטווח תקין, תהליכים שונים גורמים לחזרה למצב התקין. עמידות הסביבה הפנימית היא תנאי לקיום כיצור חי.

מפל ריכוזים : השאיפה לשמור על ריכוזים שווים בין חומרים.
על מנת לשמור על הומאוסטזיס, ריכוזים של חומרים בתוך התאים צריכים להישמר קבועים. ניתן לחלק את צורות מעבר החומרים בתאים לשתיים : מעבר פסיבי (בו **לא מושקעת אנרגיה**) ומעבר אקטיבי (בו **מושקעת אנרגיה**).

ישנם שני סוגים לדרכי מעבר חומרים.



מעבר פסיבי:

1. **דיפוזיה (פעפוע):** מעבר של חומר (מומס) ממקום שבו ריכוזו גבוה למקום שבו ריכוזו נמוך, בהתאם למפל הריכוזים. לאחר הדיפוזיה יש ריכוז אחיד של החומר בין התמיסות.
2. **אוסמוזה:** מעבר של נוזל (ממס) ממקום שבו ריכוז החומר (מומס) נמוך למקום שבו ריכוזו גבוה, עד להשוואת ריכוזים.

מעבר אקטיבי:

מעבר חומרים דרך תעלות הדורש השקעת אנרגיה והוא בניגוד למפל הריכוזים. לצורך כך משובצים בקרום התא חלבונים המכונים "משאבות". המשאבה מסוגלת להכניס חומר לתא או להוציא חומר ממנו בניגוד למפל הריכוזים. לצורך תהליך זה נדרשת השקעת אנרגיה.

2/3 מגופנו הם מים. לגוף יש מספר דרכים לשמור על מאזן נוזלים תקין:

1. מערכת רנין אנגיוטנזין- כאשר יש ירידה בלחץ הדם רצפטורים בכליה (באורוצפטורים) מרגישים זאת - הכליה מפרישה הורמון רנין הגורם לכיווץ כלי הדם והפחתת שתן- עליה בלחץ הדם.
2. הורמון ADH (anti dehydration hormone)- סופג נוזלים חזרה לגוף לפני שמופרשים מהכליות לשלפוחית השתן וכך גורם לעליה בלחץ הדם.

גורמים המשפיעים על מאזן הנוזלים ולחץ הדם:

- לחץ אוסמוטי (osmotic pressure)** – הלחץ שמומסים בתמיסה מפעילים על ממברנה המפרידה בין תמיסות, עקב הפרש ריכוז המומסים (לרוב מלחים כמו נתרן).
- לחץ אונקוטי** – לחץ שהחלקיקים הגדולים יוצרים במערכת הדם, לרוב מדובר על חלבונים.
- לחץ הידרוסטטי** – הלחץ שנוזל הדם מפעיל על כלי הדם.
- התייבשות (dehydration)** – מצב בו ישנה ירידה בכמות הנוזלים בגוף.
- היפרקלמיה** – יתר אשלגן, יכול לגרום להפרעות קצב.



התא

יחידת החיים הקטנה ביותר המקיימת את כל מאפייני החיים.

מאפייני החיים:

1. מטבוליזם: חילוף חומרים - תהליך קליטת חומרים מהסביבה החיצונית, פירוק החומרים וניצולם לשם בניית הגוף והפרשת הפסולת אל הסביבה החיצונית.
2. גדילה והתפתחות: כל גוף חי מבצע תהליך של גדילה והתפתחות הבא לידי ביטוי בצורה חיצונית (גדילה פיזית והתפתחות איברי הגוף) ואו ברמה התאית (תא גדל, מתפתח, מת ולאחריו נוצר תא חדש שמתפתח).
3. רבייה ותורשה:
4. תגובה לגירויים: קליטת גירויים מהסביבה והגבה בהתאם.
5. תנועה: באה לידי ביטוי בתנועת אברוני התא, מערכות הגוף והגוף כולו.

מדרג ביולוגי-

תאים זהים יוצרים רקמה

רקמות שונות בונות איבר בעל יכולת תפקוד ספציפית

אוסף איברים בונים מערכת

מספר מערכות מרכיבות גוף.

לדוגמא: גוף - מערכת ההובלה - לב (איבר) - רקמת שירי (רקמה) - מיוציט (תא)



מרכיבי התא

לכל סוג תא מבנה המותאם לתפקידו הספציפי בגוף. לדוגמה, לתא שריר מבנה דק וארוך ויש לו כושר התכווצות והתארכות, לעומת זאת לתא עור יש מבנה שטוח והוא אטום למים. למרות שהתאים בגוף שונים זה מזה, התאים מכילים בתוכם אברונים עיקריים המרכיבים אותם ומשותפים לו וב התאים:

גרעין התא:

בגרעין התא יש את ה-DNA (Deoxyribo Nucleic Acid), חומר תורשתי אשר מכיל את תעודת הזהות הגנטית, ממנו נקבעים כל מאפייני החיים בגוף האדם. ה-DNA נשאר בתוך הגרעין והוא נותן לתא את הפקודה לביצוע תהליכים.

קרום התא (ממברנה):

הקרום מגדיר את גבולות התא ומפריד בינו לבין הסביבה החיצונית. התכונה החשובה ביותר של הקרום היא היותו קרום בררני – הוא מאפשר רק לחלק מהחומרים לעבור דרכו פנימה והחוצה.

החלבונים הנמצאים בקרום התא מהווים "שומרי סף" לחומרים הנכנסים והיוצאים ממנו. בתאים שונים יהיו חלבונים שונים בקרום ולכן תתאפשר כניסה של חומרים ספציפיים לתא ספציפי.

ציטופלסמה:

הנוזל הנמצא בתוך התא. 40% ממשקל הגוף שלנו. בתוכו צפים האברונים. הציטופלסמה הוא נוזל שקוף בעל מרקם חצי נוזלי דמוי ג'לי המומסים בו חומרים שונים שהתא זקוק להם (בעיקר מים (70%-90%), מלחים, גזים מומסים ואבות מזון). בנוסף בפלסמה קיימים חלבונים רבים. תפקידו העיקרי הוא שמירה על נפח התא, צורתו, מיקום האברונים בו והמסה של חומרים בתא.

מיטוכונדריה:

המיטוכונדריה הן "תחנות הכוח" של התא ונוצרת בהן האנרגיה הדרושה לו. באברון זה מתרחש תהליך הפקת האנרגיה. מטבע האנרגיה המופק בתהליך נקראת ATP (מיטוכונדריון = יחיד). בנוסף, מעט חומר תורשתי מצוי במיטוכונדריה.

ליזוזום:

מערכת העיכול של התא, מכיל אנזימים שתפקידם- עיכול.

שלד התא:

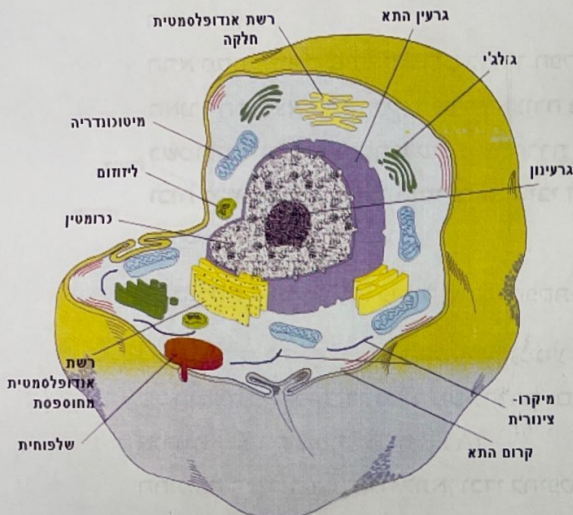
סיבי חלבון הקובעים את צורת התא.

הפקת אנרגיה בתא - נשימה תאית

מטבוליזם/ חילוף חומרים- תהליך פירוק, בנייה והרכבה של חומרים.

בניית חומרים – אנאבוליזם Anabolism

פירוק חומרים – קטבוליזם Catabolism





חומרי גלם ליצירת אנרגיה : carbohydrates (פחמימות) $\leftarrow$ glucose (סוכרים) מקורות אנרגיה נוספים הם : שומנים וחלבונים – בהעדר סוכרים זמינים, תתבצע ע"י פירוק שומנים (המשמשים מאגרי אנרגיה בגוף) וחלבונים (רק בתנאי הרעבה קיצוניים, כאשר נגמרו השומנים).
התא מסוגל לפרק את הסוכרים לצורך הפקת אנרגיה.
האנרגיה שיוצאת מתהליך הפירוק אצורה ב-ATP (adenosine tri phosphate).
כשמולקולת ה-ATP מתפרקת, משתחררת אנרגיה המשמשת לתהליכים רבים כגון יצירת תנועה וכוח בכיוון שריר, מעבר חומרים אקטיבי דרך ממברנה, סינתזת מולקולות אורגניות המשמשות את פעילות התא.

גליקוליזה – תהליך של פירוק סוכר והפקת אנרגיה.

גלוקוז נכנס לתא ע"י מעבר אקטיבי, ומגיע לציטופלזמה, שם הוא מתפרק לשתי מולקולות זהות של חומצה פירובית. בתהליך משתחררת גם אנרגיה כימית המנוצלת בתהליכים אחרים (נוצרת אנרגיה ליצירת 2 מולקולות ATP).

החומצה הפירובית רעילה לתא, וכדי להיפטר ממנה התא מבצע אחד משני תהליכי נשימה תאית :

1. נשימה תאית אירובית (מתבצעת בנוכחות חמצן בתאים) – סילוק החומצה הפירובית ע"י המיטוכונדריה, שמפרקת אותה למים- H_2O ופחמן דו חמצני- CO_2 . תהליך זה מחייב נוכחות של חמצן. הרווח-ATP 38
2. נשימה תאית אנאירובית (מתבצעת ללא נוכחות חמצן בתאים) – פירוק החומצה הפירובית לכוהל בשמרים ובצמחים, ולחומצה לקטית בבעלי חיים ובחידקים. החומצה הלקטית יכולה לצאת מהתא דרך התעלות. תהליך זה נקרא תסיסה. אין לתהליך זה רווח אנרגטי, אך יש את 2 מולקולות ה-ATP מתהליך הגליקוליזה.

מכאן, תפקידי החמצן :

- לקיים תהליכי חיים בתוך התא ולאפשר יצור אנרגיית-ATP.
- בנשימה תאית בנוכחות חמצן התא ידע לשמור על רמת PH תקינה. (על pH נלמד בהמשך)



מרכיבי התא

לכל סוג תא מבנה המותאם לתפקידו הספציפי בגוף. לדוגמה, לתא שריר מבנה דק וארוך ויש לו כושר התכווצות והתארכות, לעומת זאת לתא עור יש מבנה שטוח והוא אטום למים. למרות שהתאים בגוף שונים זה מזה, התאים מכילים בתוכם אברונים עיקריים המרכיבים אותם ומשותפים לרוב התאים:

גרעין התא:

בגרעין התא יש את ה-DNA (Deoxyribo Nucleic Acid), חומר תורשתי אשר מכיל את תעודת הזהות הגנטית, ממנו נקבעים כל מאפייני החיים בגוף האדם. ה-DNA נשאר בתוך הגרעין והוא נותן לתא את הפקודה לביצוע תהליכים.

קרום התא (ממברנה):

הקרום מגדיר את גבולות התא ומפריד בינו לבין הסביבה החיצונית. התכונה החשובה ביותר של הקרום היא היותו קרום בררני – הוא מאפשר רק לחלק מהחומרים לעבור דרכו פנימה והחוצה.

החלבונים הנמצאים בקרום התא מהווים "שומרי סף" לחומרים הנכנסים והיוצאים ממנו. בתאים שונים יהיו חלבונים שונים בקרום ולכן תתאפשר כניסה של חומרים ספציפיים לתא ספציפי.

ציטופלסמה:

הנוזל הנמצא בתוך התא. 40% ממשקל הגוף שלנו. בתוכו צפים האברונים. הציטופלסמה הוא נוזל שקוף בעל מרקם חצי נוזלי דמוי ג'לי המומסים בו חומרים שונים שהתא זקוק להם (בעיקר מים 70%-90%), מלחים, גזים מומסים ואבות מזון). בנוסף בפלסמה קיימים חלבונים רבים. תפקידו העיקרי הוא שמירה על נפח התא, צורתו, מיקום האברונים בו והמסה של חומרים בתא.

מיטוכונדריה:

המיטוכונדריה הן "תחנות הכוח" של התא ונוצרת בהן האנרגיה הדרושה לו. באברון זה מתרחש תהליך הפקת האנרגיה. מטבע האנרגיה המופק בתהליך נקראת ATP (מיטוכונדריון = יחיד). בנוסף, מעט חומר תורשתי מצוי במיטוכונדריה.

ליזוזום:

מערכת העיכול של התא, מכיל אנזימים שתפקידם- עיכול.

שלד התא:

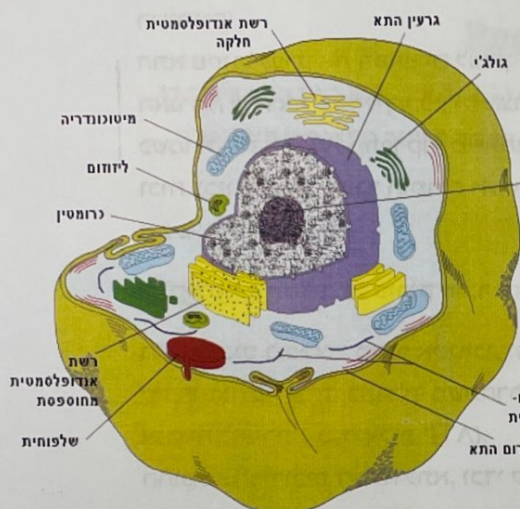
סיבי חלבון הקובעים את צורת התא.

הפקת אנרגיה בתא - נשימה תאית

מטבוליזם/ חילוף חומרים- תהליך פירוק, בנייה והרכבה של חומרים.

בניית חומרים – אנאבוליזם Anabolism

פירוק חומרים – קטבוליזם Catabolism





חומרי גלם ליצירת אנרגיה: carbohydrates (פחמימות) $\leftarrow$ glucose (סוכרים) מקורות אנרגיה נוספים הם: שומנים וחלבונים – בהעדר סוכרים ומינים, תתבצע ע"י פירוק שומנים (המשמשים מאגרי אנרגיה בגוף) וחלבונים (רק בתנאי הרעבה קיצוניים, כאשר נגמרו השומנים).

התא מסוגל לפרק את הסוכרים לצורך הפקת אנרגיה. האנרגיה שיוצאת מתהליך הפירוק אצורה ב-ATP (adenosine tri phosphate). כשמולקולת ה-ATP מתפרקת, משתחררת אנרגיה המשמשת לתהליכים רבים כגון יצירת תנועה וכוח בכיוון שריר, מעבר חומרים אקטיבי דרך ממברנה, סינתזת מולקולות אורגניות המשמשות את פעילות התא.

גליקוליזה – תהליך של פירוק סוכר והפקת אנרגיה.

גלוקוז נכנס לתא ע"י מעבר אקטיבי, ומגיע לציטופלזמה, שם הוא מתפרק לשתי מולקולות זהות של חומצה פירובית. בתהליך משתחררת גם אנרגיה כימית המנוצלת בתהליכים אחרים (נוצרת אנרגיה ליצירת 2 מולקולות ATP).

החומצה הפירובית רעילה לתא, וכדי להיפטר ממנה התא מבצע אחד משני תהליכי נשימה תאית:

1. נשימה תאית אירובית (מתבצעת בנוכחות חמצן בתאים) – סילוק החומצה הפירובית ע"י המיטוכונדריה, שמפרקת אותה למים- H_2O ופחמן דו חמצני- CO_2 . תהליך זה מחייב נוכחות של חמצן. הרווח-ATP 38.
2. נשימה תאית אנאירובית (מתבצעת ללא נוכחות חמצן בתאים) – פירוק החומצה הפירובית לכוהל בשמרים ובצמחים, ולחומצה לקטית בבעלי חיים ובחיידקים. החומצה הלקטית יכולה לצאת מהתא דרך התעלות. תהליך זה נקרא תסיסה. אין לתהליך זה רווח אנרגטי, אך יש את 2 מולקולות ה-ATP מתהליך הגליקוליזה.

מכאן, תפקידי החמצן:

- לקיים תהליכי חיים בתוך התא ולאפשר יצור אנרגיית ATP.
- בנשימה תאית בנוכחות חמצן התא ידע לשמור על רמת PH תקינה. (על pH נלמד בהמשך)



מערכת הנשימה

Respiratory System

תפקידה של מערכת הנשימה הוא לספק למערכת הדם חמצן (O_2) ולסלק ממערכת הדם פחמן דו-חמצני (CO_2). ללא חמצן תאי הגוף ימותו! התאים הרגישים ביותר לחוסר חמצן הם תאי המוח המתים לאחר 7 דקות ללא אספקת חמצן.

בנוסף, אחראית על:

- הפקת הקול.
 - פליטה של חום וכימיקלים שונים ע"י אידוי.
 - וויסות הלחץ החלקי של פחמן דו-חמצני בדם.
 - חלק ממנגנון ויסות מאזן חומצה בסיס (PH)
 - משתתפת בוויסות לחץ הדם.
 - משמשת כרקמה המקיפה ומגנה על הלב.
- נשימה היא מונח קשור בחילוף גזים בשני מקומות:

נשימה חוץ תאית (ריאתית) - תהליך חילוף הגזים בין האוויר בריאות ובין תאי הדם בנימי הריאה.

נשימה תאית - תהליך הפקת האנרגיה בתאים.

שחלוף גזים - תהליך הדיפוזיה של החמצן והפחמן בין הנאדיות ומחזור הדם.

אוויר - שחלוף CO_2

חמצון - הכנסת חמצן.

מושגים כלליים :

RR – respiratory rate - קצב נשימה - נע במצב תקין בין 12-20 נשימות בדקה.

Apnea - דום נשימה

Bradypnea - נשימה איטית. נשימה > 10 לדקה.

Tachypnea - נשימה מהירה. נשימה < 20 לדקה.

Hyperventilation - אוורור יתר, דפוס נשימה המאופיין בנשימה מהירה.

Gasping - נשימות אגונאליות - דפוס נשימה המתאפיין באפנאה ונשימות עמוקות. לרוב מופיע במצב סופני.

Dyspnea - קוצר נשימה. תחושה סובייקטיבית של המטופל/ פצוע לכך שלא מצליח לנשום היטב = מהיר לו מדי או איטי לו מדי או לא מצליח לדבר.



מעבר דרכי האוויר:

דרכי אוויר עליונות – חלל האף, חלל הפה, הלוע.

Nasal cavity – חלל האף, האוויר נכנס למערכת הנשימה דרך האף. החלק העליון ביותר בדרכי האוויר.

Oral cavity – חלל הפה.

חלל האף וחלל הפה: האוויר נכנס למערכת הנשימה דרך האף והפה, דרכם הוא גם יצא.

חלל האף: הנחיריים הם פתח הכניסה של האוויר והם מובילים אוויר לשני חללי אוויר גדולים הנמצאים מאחורי האף. חללים אלו נקראים מערות האף (Nasal Cavities) בתוכן נמצאות שערות שמטרתן למנוע כניסת חלקיקים גדולים לתוך מערות האף. מהקיר הצדדי של כל נחיר יוצאים שלושה מדפים הנקראים **concha** (קונכיות) הפונים לתוך חלל המערה. מטרתם היא להגדיל את שטח המגע של האוויר עם מערכות הסינון באף (עליהן נפרט עוד רגע), ובנוסף גם לערבב את האוויר במטרה לחמם וללחלח אותו ובכך להקל על קליטתו במערכת הנשימה.

מערכות הסינון: חלל מערות האף מצופה ברקמת אפיתל הנקראת **רירית הנשימה (respiratory mucosa)** הממשיכה ומצפה את חלל דרכי הנשימה לכל אורכם. רירית זו מכילה שני סוגי תאים עיקריים: תאים ריסניים המכילים שערות זעירות הנקראות **cilia**, ותאים המייצרים ריר צמיג המצפה את רירית הנשימה ונקראים **Goblet**. מטרתם היא לסנן את האוויר שנכנס ולהוסיף לו לחות שכן אוויר לח נקלט בצורה יותר יעילה בנאדיות. האוויר מגיע לריאות עשיר ב-98% לחות, קרוב לטמפרטורת גוף תקינה ומסונן מחלקיקים הגדולים מ-3 מילי-מיקרון.

המבנים שתוארו במערות האף מבצעים יחדיו מספר תפקידים:

1. סינון האוויר - האוויר נכנס למערות האף, מתערבל ופוגע במדפים וכך בא במגע עם קירות מערות האף. החלקיקים המזהמים שבאוויר נדבקים לקירות המצופים ריר צמיגי.

2. חימום האוויר.

3. הוספת לחות לאוויר.

(חלי"ס- חימום, לחלוח, סינון)



הסינוסים



הסינוסים הם חללי אוויר הנמצאים בתוך עצמות הגולגולת, כל אחד מהם מחובר בנפרד ע"י תעלה לחלל האף. תפקידם: הגברת תהודת הקול והפחתה ממשקל הגולגולת. חלל הסינוסים מצופה גם הוא ברירית נשימה.

חלל הפה - חלל ממנו נכנס האוויר. בחלל זה האוויר אינו עובר שום תהליך.

Pharynx - הלוע, צינור שרירי המתמשך מסופו של החד הרך ועד לחלק העליון של הושט והקנה. תפקידיו הם לאפשר מעבר של אוויר אל מערכת הנשימה (דרך הקנה), ומעבר של אוכל אל מערכת העיכול (דרך הושט). הלוע מחולק לשלושה חלקים:

- חלל הנמצא אחורית לחלל האף, ה - **Nasopharynx** - משמש למעבר אוויר.
- חלל הנמצא אחורית לחלל הפה, ה - **Oropharynx** - משמש למעבר אוויר ומזון.
- חלל הנמצא מתחת לחלל הפה, נקרא **Laryngopharynx** - משמש למעבר אוויר ומזון.

בקצה התחתון של חלק זה נמצאים קנה הנשימה והושט.

Larynx - גרון, בנוי מסחוסים ונמצא בקדמת הצוואר.

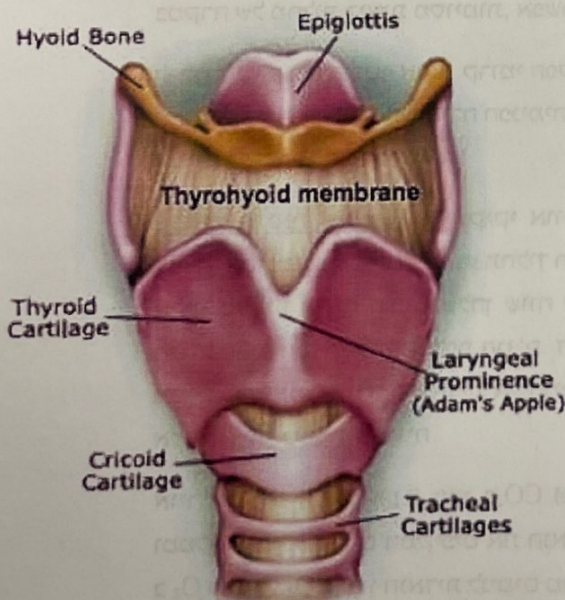
סחוסים עיקריים:

הגרון מכיל מספר סחוסים:

אפיגלוטיס (Epiglottis): סחוס המשמש כמכסה הסוגר את פתח קנה הנשימה בזמן בליעה וכך מונע כניסת מזון אל הקנה.

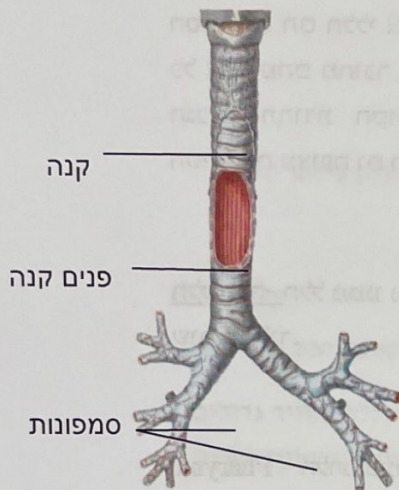
תאירואיד (Thyroid cartilage): (הגרוגרת) הסחוס העליון של הגרון, צורתו כספר פתוח ותפקידו להגן על מיתרי הקול.

קריקואיד (Cricoid cartilage): (ביוונית - טבעת), הסחוס הטבעתי היחיד מבין סחוסי הגרון - מסייע ליציבות הקנה ומתחתיו מתחיל קנה הנשימה.





דרכי אוויר תחתונות:



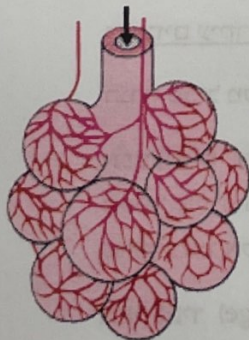
מיתרי הקול (vocal folds): מיתרי הקול הם אלה האחראיים על יצירת הקולות שלנו- האוויר שעובר בהם מרעיד אותם וגורם ולהפקת הקולות.

Trachea – צינור באורך כ-10 ס"מ המתחיל בחלקו התחתון של סחוס הקריקואיד ונגמר בבית החזה בהתפצלות הסמפונות בנקודת הקרינה. בדופן הקנה קיימים סחוסים בצורת פרסה (לא סגורים כדי שהושט תוכל להתרחב על חשבון הקנה בעת בליעה) המשמשים כמסגרת קשיחה ויציבה. לאורך הדפנות הפנימיות של הקנה נמצאות שערות (cilia) הפועלות דומה לאלו שבאף.

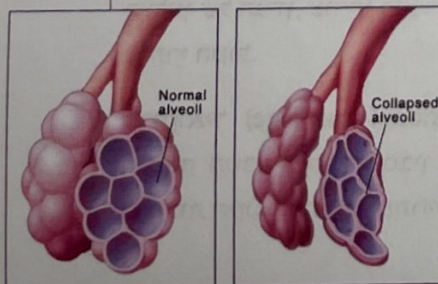
סמפונות (bronchi): קנה הנשימה מסתעף לשני סמפונות (סמפון ימין וסמפון שמאל) בנקודת הקרינה ומובילים אוויר אל הריאות. לאחר מכן כל סמפון מסתעף לסימפוניות (bronchiole), בסופם ימצאו הנאדיות. סימפון ימין נטוי יותר מאשר סימפון שמאל בגלל נטיית הלב לצד שמאל, לכן גוף זר שחודר לקנה צפוי שיכנס לסימפון ימין ולא לסימפון שמאל.

Lungs – הריאות, ממלאות את רוב חלל בית החזה. מורכבות מאונות, בריאה הימנית יש שלוש אונות ובריאה השמאלית שתי אונות. האונות מתחלקות לאוניות, שכל אחת מהן מהווה יחידה עצמאית מבחינת אספקת דם. במקרה של מחלות ריאות מסוימות, אפשר לכרות אונה או אונית, בלי לפגוע בשאר חלקי הריאה.

לריאות יש קרום העוטף אותן, קרומי הפלאורה, שמורכב משתי שכבות וביניהן נמצא הנוזל הפלאורי. הפלאורה הפנימית דבוקה לריאה, ואילו החיצונית דבוקה לשרירים הבין צלעיים.



נאדיות הריאה (alveolus): שקיקי אוויר קטנטנים המחוברים באשכולות לקצות הסימפוניות. בהם מתבצע תהליך חילוף הגזים בין הדם לאוויר. יש כ-300 מיליון נאדיות ושטח הפנים שלהן שווה לשטח של מגרש טניס. שטח הפנים הגדול מגביר את יעילות החלפת הגזים. דופן הנאדיות דק ביותר ועטוף ברשת נימים כך שחמצן עובר מהנאדית אל הנימים ופחמן דו-חמצני עובר מהנימים אל הנאדיות בעזרת דיפוזיה.



אוויר עשיר ב- O_2 (כ-21%) ועני ב- CO_2 (כ-0.3%) נכנס לנאדית וממלא אותה. הנימים המקיפים את הנאדית מלאים בדם שעני ב- O_2 ועשיר ב- CO_2 , בין הנאדית לנימים מתרחשת דיפוזיה כאשר O_2 מהנאדית עובר לנימים ו- CO_2 מהנימים עובר לנאדית ונפלט החוצה בנשיפה- עד להשוואת ריכוזים.



בסופו של דבר נפלט מן הנאדית אוויר שעשיר יותר ב-פחמן דו-חמצני (כ-5%) ועני יותר בחמצן (כ-16%).

קרומי הפלאורה – pleura

כל ריאה מופרדת בקרום כפול העוטף אותה. קרומי הפלאורה הן חלק אינטגרלי מתהליך הנשימה.

הקרום החיצוני – הפלאורה הפריאטלית parietal- אשר מחובר לצד הפנימי של דופן בית החזה.

הקרום הפנימי – הפלאורה הויסצרלית visceral- המחובר לריאה.

בין הקרומים ישנו מרווח קטן (pleura space) ובו נוזל סיכוך הנקרא הנוזל הפלאורלי (כ-10-15 מ"ל). הנוזל עוזר בהדבקות הפלאורות- כך נוצר תת לחץ שבזכותו הקרומים צמודים זה לזה ונעים זה אחר זה בזמן נשימה. הנוזל גם מפחית את החיכוך בין הקרומים ועוזר להם להחליק בקלות אחד על השני בזמן נשימה.

בית החזה

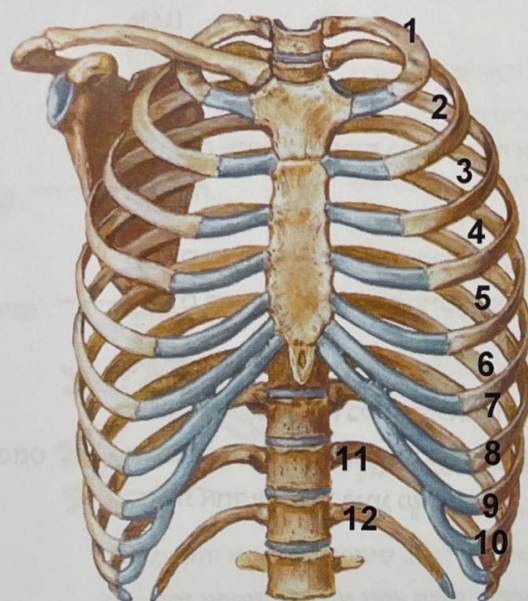
גבולות בית החזה

עליון- עצמות הבריח.

קדמי- סטרנום, שרירים בן צלעיים וצלעות.

תחתון – סרעפת.

אחורי – עמ"ש, צלעות ושרירים בין צלעיים.



שלד בית החזה מגן על האיברים הפנימיים. בנוי מ-12 זוגות צלעות כשחלקן האחורי מחובר ל-12

חוליות חזה וחלקן מחוברות מקדימה לסטרנום:

True Ribs - צלעות 1-7 יוצאות מעמ"ש מאחור,

מחוברות מלפנים לסטרנום באמצעות סחוס.

False Ribs - צלעות 8-10 יוצאות מעמ"ש מאחור,

מלפנים מחוברות לסחוס אחד המתחבר לסטרנום.

Floating Ribs - צלעות 11-12 המחוברות רק

לעמ"ש, לכן הן נקראות "מרחפות".

השרירים הבין צלעיים מחברים כל צלע לשנייה ויחד

עם הסרעפת מבצעים את פעולת הנשימה.

בצדה התחתון של כל צלע עובר VAN:

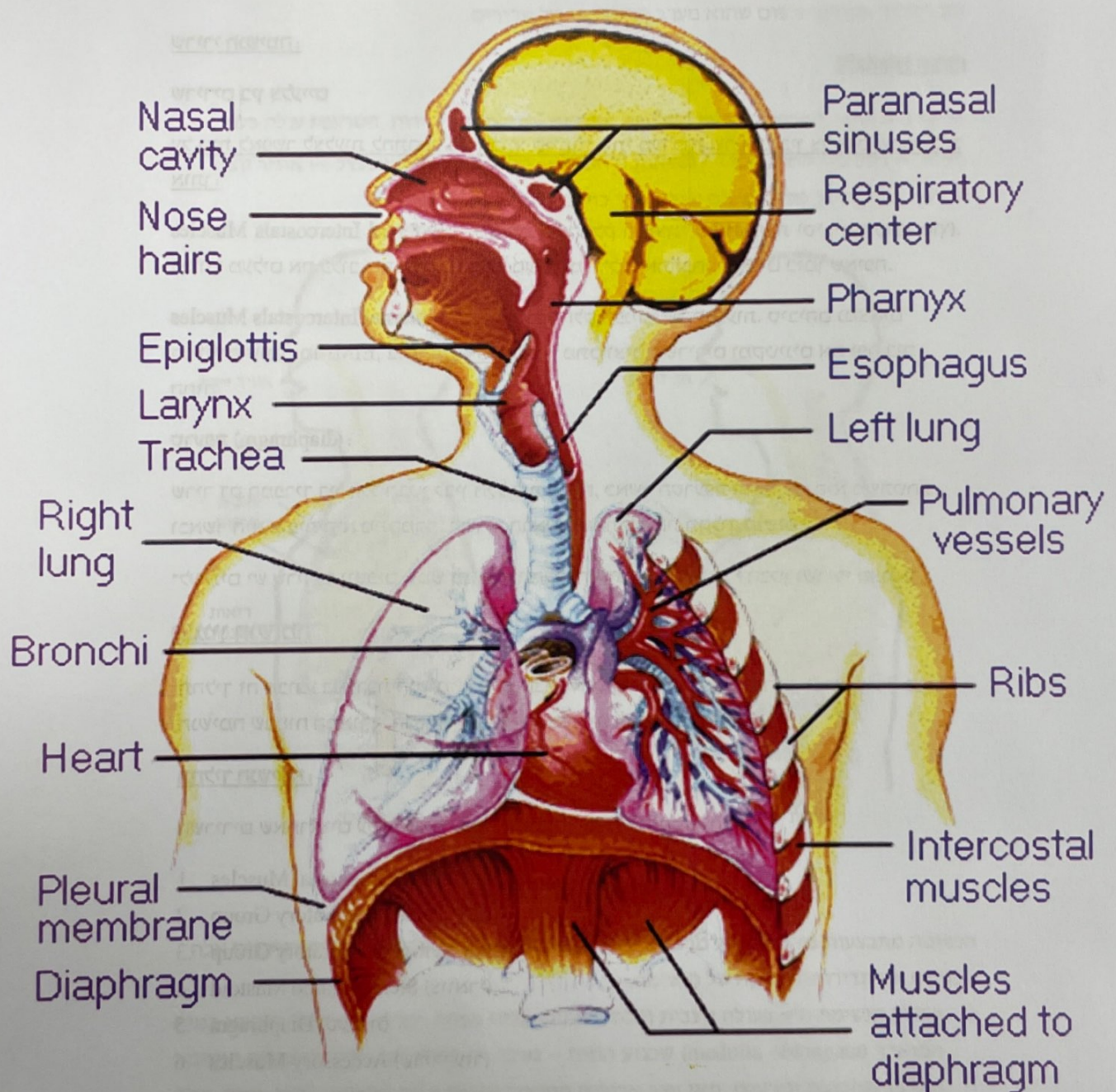
Vein - וריד

Artery - עורק

Nerve - עצב

עצם החזה - Sternum בנויה משלושה חלקים: החלק עליון Manubrium, הגוף Body, והחלק

השלישי Xiphoid בליטה חדה תחתונה.





שרירי הנשימה:

שרירים בין צלעיים

על מנת לאפשר לצלעות להתרחב ולהתכווץ קיימות שתי מערכות שרירים בין צלעיים שמפעילות אותן:

External Intercostals Muscles - נמצאים על החלק החיצוני של הצלעות (סיביהם כלפי חוץ). בכיוון מעלים את כלוב בית הצלעות כלפי מעלה ומגדילות את נפחו. פעילים בזמן שאיפה.

Internal Intercostals Muscles - נמצאים על החלק הפנימי של הצלעות. סיביהם נמצאים בכיוונים שונים מה-EIM, בזמן נשיפה מאומצת מתכווצים השרירים ומקטינים את נפח בית החזה

סרעפת (diaphragm):

שריר דק המפריד בין חלל הבטן לבין חלל בית החזה, כאשר הסרעפת מתכווצת היא משתטחת וכאשר היא נרפית היא מתקמרת. השריר הראשון שמתחיל את תהליך הנשימה.

*לעיתים יש שרירים נוספים שמשתתפים בתהליך הנשימה- כגון שרירי הבטן ושרירי הצוואר.

מנגנון הנשימה

תהליך זה מבוצע במערכת הנשימה באופן קבוע, אוטומטי ולא רצוני, בדרכי, ומווסת ע"י מרכז הנשימה שבמוח המאורך. הוא זה שקובע את תדירות ועומק הנשימה.

תהליך הנשימה:

השרירים שאחראיים על הפעולה עצמה והמבוקרים על ידי המוח הם:

1. Intercostal Muscles (בין צלעיים).
2. Dorsal Respiratory Group (גבי).
3. Ventral Respiratory Group (בטני).
4. Sterno Claido Mastoid (צווארי).
5. Diaphragm (סרעפת).
6. Accessory Muscles (שרירי עזר).

שאיפה (Inhale)

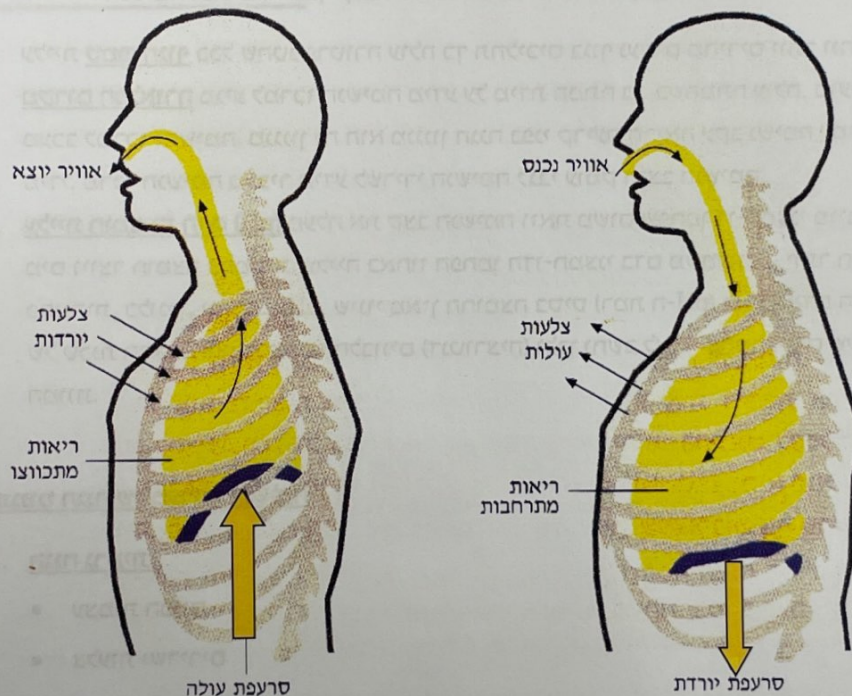
השרירים הבין-צלעיים מתכווצים, שרירי הסרעפת מתכווצים ← הצלעות מתרוממות, סרעפת



משתטחת ← חלל בית החזה גדל ← הריאות מתרחבות (בגלל קרומי האדר, פלאורה, המחובר מצד אחד לצלעות ומד שני לריאות) ← לחץ האוויר בריאות קטן ← אוויר מבחוץ זורם פנימה. זהו תהליך אקטיבי משום שהוא מערב התכווצות של שרירים.

נשיפה (Exhale)

שרירי בית החזה מתרפים, שרירי הסרעפת מתרפים ← הצלעות יורדות, הסרעפת עולה כלפי מעלה ← חלל בית החזה קטן ← הריאות נדחסות ← הלחץ בתוך הריאות גדל ← אוויר יוצא החוצה. זהו תהליך פסיבי משום שהוא נוצר כתוצאה מהרפיה של שרירים.



ויסות הנשימה

הנשימה מתבצעת ב**פיקוחם של מרכזים עצביים** (מרכז הנשימה) שבמוח המאורך. מרכזים אלה מכוונים את תדירותה ועמקה של הנשימה.

1. פעולת הנשימה היא פעולה קצבית ובלתי רצונית, עליה מפקח "מרכז הנשימה" הנמצא במוח המאורך (medulla oblongata) שבגזע המוח – מרכז זה מכוון את תדירות ועומק הנשימה ומורכב מקבוצת נוירונים, תאי עצב ארוכים המעצבים את אברי הנשימה ותאי חישה. אלה מבקרים את ריכוזים של חומרים מסוימים בדם. אחד המדדים המשמעותי שמשפיע על תהליך הנשימה הוא **ריכוז הפחמן הדו חמצני בדם** - עליה בריכוז CO_2 תגרום למרכז הנשימה להגביר ולהעמיק את הנשימה.



ירידה בריכוז CO_2 תגרום למרכז הנשימה להוריד את קצב הנשימה עד כדי הפסקה למספר שניות.

תאי החישה ממוקמים בכמה אזורים :

- א. **בארורצפטורים** - קרום הפלאורה מכיל רצפטורי חישה (המגיבים ללחץ או מתח מכני). כשהמתח עולה, מועבר גירוי המורה להפסיק את השאיפה. מרכז הנשימה מעביר מידע לשרירי הנשימה לגבי עומק וקצב הנשימה.
- ב. **כמורצפטורים** - קולטנים הנמצאים בקרוטיד ובאאורטה ומגיבים לגירויים כימיים. כאשר ריכוז CO_2 בדם עולה, רמת החומציות עולה גם היא, מידע זה נשלח למרכז הנשימה כתוצאה מכך קצב הנשימה מוגבר ע"מ לסלק את CO_2 .

2. עליית **טמפרטורה** ככל שהטמפרטורה עולה כך תהליכים בגוף נעשים מהירים יותר ונהפוכו.
3. **מקרום הפלאורה** מגיע למרכז הנשימה מידע על מידת המתח בו. כשהמתח עולה, מועבר גירוי מעכב למרכז הנשימה. מנגנון זה הוא מנגנון הגנה בפני קריעת הריאה עקב נשימה עמוקה מדי. מרכז הנשימה מעביר מידע לשרירי הנשימה לגבי עומק וקצב הנשימה.
4. **עליית חומציות הדם (pH)** מעלה את קצב הנשימה וזאת משום שפחמן דו-חמצני מגיב עם מים ויוצר חומצה פחמתית. עלייה באחוז הפחמן הדו-חמצני בדם משמעותה: יותר חומצה פחמתית, כלומר, ירידה ב-pH. שינוי מאזן החומצה בסיס (רמת ה-pH) בגוף האדם הינו מצב של סכנת חיים כתוצאה מהרס חלבונים (דנטורציה) ולכן נחשב לאחד מהמרכיבים של משולש המוות.

מנגנוני הגנה של מערכת הנשימה

1. הגנה גרמית:

- עצמות הפנים
- צלעות ושרירים
- סטרנום.

2. הגנה מפני מזחמים:

- תאים ריסניים- תנועה מתמדת של הריסים כלפי חוץ.
 - ריר-לחלוף האוויר, איסוף וסילוק חלקיקים זעירים (שכבת המוקוס).
 - בלוטות וקשרי לימפה (בגרון ובבית החזה).
3. **שיעול:** רפלקס טבעי שמטרתו לסלק ליחה, גופים זרים וזיהומים מקנה הנשימה ומהריאות. מדובר אמנם מדובר במנגנון פיזיולוגי חשוב במערכת ההגנה של גוף האדם, אך שיעול מוגזם ומיותר עלול לפגוע באיכות החיים.



רפלקס השיעול מופעל ממערכת העצבים האוטונומית. בפעולת השיעול מצטבר אוויר בריאות תוך כדי חסימה זמנית של מוצא האוויר מן הגרון, בסביבת מיתרי הקול, והתכווצות בו-זמנית של שרירי הבטן והחזה. ההתכווצות מעלה את לחץ האוויר בריאות וברגע שנפתח מוצא האוויר הוא פורץ מן הריאות במהירות גדולה (לפעמים עד 100 קמ"ש) ולרוב מוציא את הגורם הזר מחוץ לגוף.

הליכוך האווירי

הליכוך האווירי הוא תהליך שבו אוויר נכנס לריאות דרך הנחיריים או הפה, נשפך חזרה דרך הנחיריים או הפה, ונכנס חזרה לריאות דרך הנחיריים או הפה.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.

הוא אינו כלי רכב.



מערכת הלב וכלי הדם

(Cardiovascular System) מערכת הלב וכלי הדם

תפקידי מערכת החובלה:

הדם כמוביל: הדם נמצא כמעט בכל חלק בגוף האדם, כל תא חי בגוף האדם זוכה לממשק ישיר עם נוזל זה.

1. חובלת גזים – המערכת מובילה חמצן מהריאות לכל רקמות הגוף ומסלקת פחמן דו חמצני מכל רקמות הגוף אל הריאות.

מבנה הריאה דומה לאשכולות מסועפים של "שקיקי אוויר" זעירים, שנקראים: נאדיות. הדם המגיע לריאות מתפזר שם על-פני 300 מיליון הנאדיות בעזרת רשת נימים צפופה. רשת נימים זאת מביאה את הדם סמוך מאוד לקרום הנאדית, וכך היא מאפשרת חילוף גזים בתהליך של פעפוע. ומובילה חמצן (O_2) מהריאות אל כל תא ותא, ומסלקת פחמן דו חמצני (CO_2) מהתאים אל הריאות.

2. חובלת מזון וסילוק חומרי פסולת – המערכת מובילה חומרי מזון הדרושים לרקמות ממערכת העיכול וממאגרי המזון הקיימים בגוף (שומן) לרקמות השונות.

פירוק מזון וספיגת חומרי מזון ומים לדם מתרחשים במערכת העיכול, יש פירוק כימי של המזון, למולקולות קטנטנות (לדוגמה: גלוקוז), המסוגלות לחצות את דופן צינור העיכול ולהיקלט בדם. מרגע שהתפרקו יכולים חומרי המזון לעבור למערכת הדם ע"י רשת נימים המפושטת על כל המעי. המערכת אחראית גם על סילוק חומרי פסולת הנוצרים ברקמות החוצה מהגוף. הסילוק נעשה דרך הכליות והכבד. לכליות ולכבד נכנס דם המכיל חומרי פסולת ואיברים אלו מוציאים את חומרי הפסולת מהדם. הכליות מפרישות את חומרי הפסולת לצינורות השתן, והכבד לצינורות המרה.

3. העברת חורמונים – חורמון הוא חומר המיוצר על ידי על ידי בלוטה. החורמון זורם בורם הדם ומגיע אל איברי המטרה.

חורמון משמש כ"שליח" לתקשורת כימית בין תאים, משפיע על תפקוד מערכות או איברים שונים באורגניזם. לדוגמא: חורמון ההשתנה הנקרא ADH המופרש מיותרת המוח נישא בדם ומגיע לכליות שהן איבר המטרה וגורם להם להשפעה על כמות השתן.

4. הגנה – תפקידם של תאי הדם הלבנים הוא להילחם ולנטרל זיהומים שונים (פתוגנים) החודרים למחזור הדם.

5. רקמת הדם אחראית על קרישת הדם, כדי למנוע דימום בעת פציעה.

בנוזל הדם קיימים חומרים המפעילים את תהליך הקרישה באזורים בהם דופן כלי הדם נפגעת. לטסיות הדם תפקיד משמעותי בהתחלת תהליך הקרישה.

6. שמירה על סביבה פנימית קבועה – הומיאוסטזיס.



הדם עוזר לשמור על סביבה פנימית קבועה המאפשרת חיים. זה שמירה על ריכוז המלחים, רמת החומציות וטמפרטורה קבועה. לדוגמה, כאשר טמפרטורת הגוף עולה, כלי הדם הקרובים לעור מתרחבים, וזרימת הדם סמוך לעור מתגברת. הדם החם מגיע מתוך הגוף, מאבד **חום** סמוך לעור וחוזר בטמפרטורה נמוכה יותר לרקמות הפנימיות של גוף.

הרכב המערכת :

- ❖ לב – משאבה המזרימה את הדם בתוך כלי הדם.
- ❖ כלי דם – עורקים, ורידים ונימים.
- ❖ דם – גופיפים.

הדם

לאדם מבוגר יש כ-5-6 ליטר דם (אצל נשים נפח הדם הממוצע עומד על כמות קטנה יותר 4-5 ליטרים). הטמפרטורה שלו היא סביב 38 מעלות וה-pH שלו הוא 7.35-7.45.

הדם מורכב משני מרכיבים עיקריים :

1. 45% מנפח הדם מורכב מתאי דם.
2. 55% מנפח הדם הוא הפלסמה, נוזל הדם.

חיחס בניהם נקרא המטוקריט (HEMATOCRIT)

הפלסמה

הפלסמה מהווה 55% מכלל נפח הדם ומקנה לו את אופיו הנוזלי.

נוזל הדם מכיל 90% מים, 8% אחוז חלבונים, 2% חומרים מומסים שונים.

הפלזמה מהווה 55% מכלל נפח הדם ומקנה לו את אופיו הנוזלי.

שלושת החלבונים הנמצאים בפלסמה בכמות הרבה ביותר הם :

- אלבומין – חלבון נפוץ בפלסמה (54% מחלבוני הפלזמה). יש לו חשיבות בחילוף החומרים בין הנימים לבין הרקמות בכך ששומר על הלחץ האוסמוטי בכלי הדם. חוסר אלבומין גורם לבצקת ברקמות.
- גלובולין (נוגדנים) – 38% מחלבוני הפלזמה. גלובולינים מסוימים מתפקדים כנוגדנים (אימונוגלובולינים), אחרים אחראים להעברת ליפידים, ברזל או נחושת בדם. הם מעורבים באלרגיות, במלחמה בזיהומים ובמלחמות אוטואימוניות.





- פיברינוגן – 7% מחלבוני הפלזמה. לחלבון זה תפקיד בקרישת הדם.

סרום- נוזל פלסמה ממנו ניקו את הפיברינוגן והחלבונים האחרים שיכולים לגרום לקרישה.

בפלסמה נמצאים חומרים בנוסף לחלבונים כגון: חומרי מזון (גלוקוז, חומצות שומן וחומצות אמיניות), מלחים (נתרן, אשלגן, סידן, כלור, מגנזיום), גזים, הורמונים ועוד.

תאי הדם

ישנם שלושה סוגים שונים של תאי דם: כדוריות דם אדומות, תאי הדם הלבנים וטסיות הדם.

כל גופיפי הדם מיוצרים במח העצם.

כדוריות דם אדומות – אריתרוציטים (ERYTHROCYTES)

במילימטר מעוקב של דם ישנם כ-5-6 מיליון תאי דם אדומים. תאי דם אדומים חיים בין 105 ל-120 יום. מקום התפרקותם הוא בטחול ובכבד. תא זה הוא תא במבנה של דסקית - חסר גרעין המלא בחלבון הנקרא המוגלובין (בכל תא דם אדום יש 280 מיליון מולקולות המוגלובין). ההמוגלובין הוא הגורם הקושר אליו את מולקולת החמצן וחלק מהפד"ח על ידי אטומי הברזל הנמצאות עליו. **התפקיד העיקרי של תאי הדם האדומים הם – להוביל חמצן מהריאות לתאי הגוף, להוביל פד"ח ויוני מימן מתאי הגוף לאיברי ההפרשה.**



ים –

לויקוציטים

(LEUKOCYTES)

תפקידם העיקרי הוא השמדת פולשים זרים כמו חיידקים.

לכן מהווים את החלק המרכזי ביותר של מערכת החיסון. תאים אלו לא נמצאים אך ורק בזרם הדם אלא הם נודדים גם במרווח הבין תאי לצורך תקיפת פולשים זרים וסילוק תאים שנהרסו

בניגוד לתאים האדומים, שכולם זהים זה לזה במבנה ובתפקיד, התאים הלבנים נבדלים זה מזה במבנה ובתפקיד, ומחולקים ל-5 תת-קבוצות:

1. נוטרופילים – הקבוצה הגדולה ביותר. אחראית על טיפול בזיהומים חיידקיים.
2. באזופילים- התאים הלבנים האחראיים על תהליכים אלרגיים.
3. אאוזינופילים- משתתפים בתהליכים שונים: זיהומים, אלרגיה, אסתמה.
4. מונוציטים- אחראים על התמודדות עם זיהומים נגיפיים, פטרייתיים וחיידקיים.



5. לימפוציטים- אחראים על טיפול בנגיפים או חיידקים ממושכים.

מספר תאי דם לבנים עולה ← עדות למחלה!

טסיות חדם - טרומבוציטים (PLATELETS)

פגיעה בכלי דם תגרום לדימום, מצב זה ללא טיפול יביא לפגיעה במערכת ההובלה ובגוף כולו. תפקיד טסיות הדם הוא לאטום את מקור הפציעה ולמנוע מהדימום להמשיך עד התחדשות הרקמה. טסיות דם הן שברי תאים חסרי גרעין והקטנים ביותר בזרם הדם.

תחילת התהליך קשור בנזק מקומי ברקמה מסוימת ובאנדותרל (שכבה חד תאית צפופה) של כלי הדם בה.

הטרומבוציטים לא נמצאים במצב פעיל בדם אלא משופעלים רק כאשר הם מזהים פגיעה בתאי האנדותרל ואז הם נצמדים אליו. הטסיות מצטברות במקום בו כלי הדם נפגע, סותמות את החור כמו "פקק" ומפרישות חומרים המעודדים ריפוי פצעים, כמו "סרוטונין" הגורם לכיווץ כלי הדם. אורך חייהן נע בין שבוע ל-10 ימים ובסופם מעוכלות בטחול.

במקביל:

- א. מתחילה אגרגציה – הצטופפות טרומבוציטים אלה לאלה.
- ב. הפעלת גורמי הקרישה בפלזמה עד להיווצרות רשת פיברין שנוצרת כתוצאה משפעול של החלבון פיברינוגן.
- רשת פיברין – FIBRIN – חלבון זה יוצר באזור המדמם רשת חזקה הלוכדת כדוריות דם הנקרות בדרכה, אוגדת אותם ויוצרת קריש.

פיברינוליזיס – פירוק פיברין

כמו בכל מערכת אחרת בגוף גם למערכת הקרישה ישנה מערכת המנוגדת לה ושומרת על איזון - היא המערכת הפיברינוליטית אשר יודעת לפרק קרישי דם. תהליך זה נעשה בזכות שפעול של חלבון בשם פלסמינוגן שהופך לפלסמין.

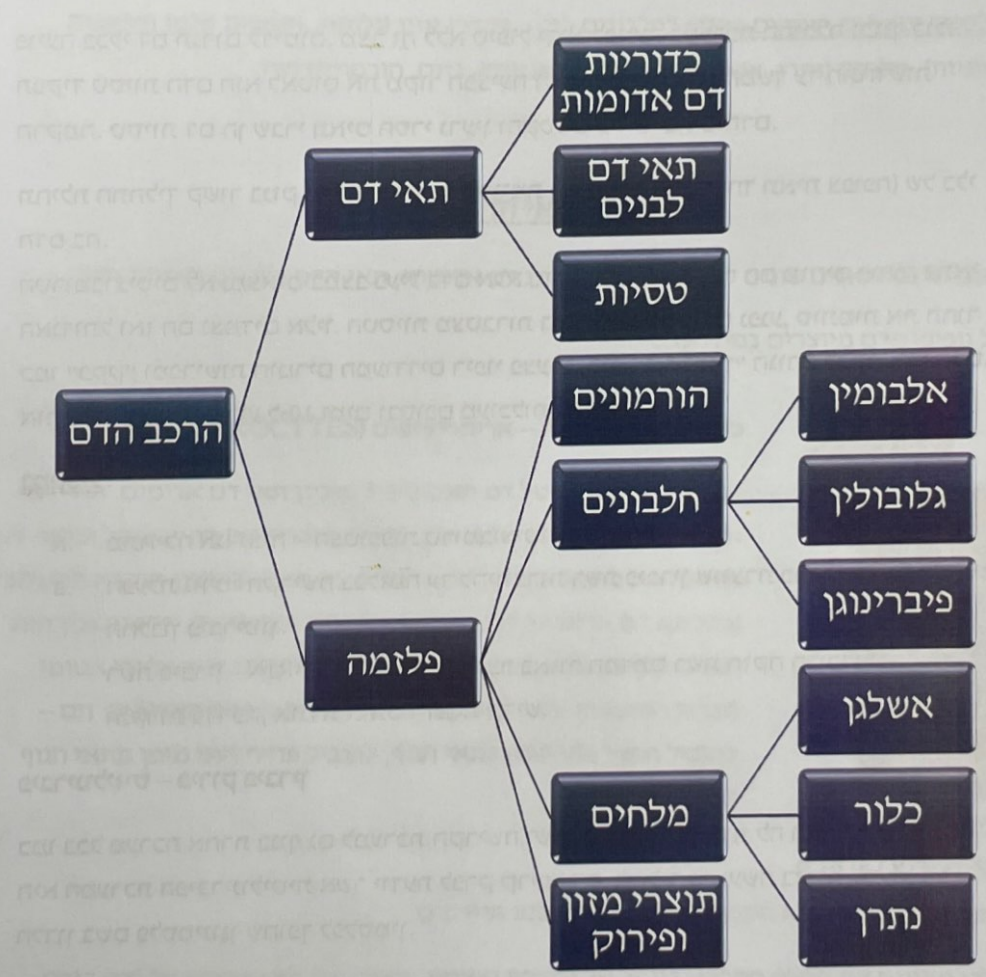


הרכב הדם - תא דם לבן, תא דם אדום, פלזמה

הרכב הדם - תא דם לבן, תא דם אדום, פלזמה

הרכב הדם - תא דם לבן, תא דם אדום, פלזמה

הרכב הדם - תא דם לבן, תא דם אדום, פלזמה





סוגי דם

תכונה הנקבעת באמצעות אנטיגן. אנטיגן הוא מבנה סוכרי/חלבוני/שומני המצוי על כדורית הדם האדומה (= מולקולה המסמנת את התא – תכונת זהות). למרות שיש כ-100 אנטיגנים שונים על תאי דם אדומים, יש שני אנטיגנים עיקריים שלפיהם נקבע סוג הדם – B, A.

אנטיגן נוסף נקרא אנטיגן Rh (רזוס) וגם הוא נמצא על תא דם אדום. אדם שלו דם עם אנטיגן זה יסומן כ(+) ואילו אדם ללא אנטיגן זה יסומן כ(-). אנטיגן זה נפוץ ב-85% מהאוכלוסייה.

בכל סוג דם קיימים נוגדנים לאנטיגנים האחרים. נוגדנים אלו מצויים בפלזמה ומשמשים כהגנה מפני גורמים זרים. אנטיגנים לא מוכרים הם גורמים זרים לגוף. אדם ולו סוג דם עם Rh חיובי, יכול לקבל גם סוגי דם Rh שליליים וגם חיוביים. אדם בעל Rh שלילי יוכל לקבל דם Rh חיובי פעם אחת, לאחר מכן יתחיל אותו אדם לפתח נוגדנים (תגובה חיסונית) והדבר יוביל להרס תאי דם אדומים.

O הוא התורם האוניברסלי וAB הוא המקבל האוניברסלי.

תרומות דם

בגלל הנוגדנים אי אפשר לתת לכל אדם את כל סוגי הדם מכיוון שכאשר יקבל דם עם אנטיגנים שונים משלו, הגוף יפעיל תגובה חיסונית כנגד אנטיגנים אלו. לכן רק סוגי דם בעלי אותו האנטיגן (אותם נוגדנים) יכולים לקבל אחד מהשני תרומות דם. לסוג דם O אין אנטיגנים בכלל ויש לו את כל הנוגדנים ואילו לסוג דם AB יש את שני האנטיגנים ואין לו בכלל נוגדנים. במקרים חריגים

סוג חדם	ממי יכול לקבל	למי יכול לתת
A	A, O	AB, A
B	B, O	AB, B
AB	מכולם	AB
O	O	לכולם

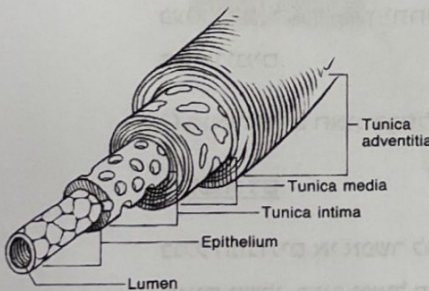
בהם סוג הדם לא ידוע נותנים סוג דם O-.



כלי הדם

שכבות כלי הדם:

1. **Tunica adventitia שכבה חיצונית** – רקמת חיבור הבנויה מקולגן ומקנה חוזק וצורה. בשכבה זו עובר ה-VASA VASORUM, זו מערכת כלי דם קטנים המזינה את התאים המרכיבים את תאי הדם הגדולים.
2. **Tunica media שכבה אמצעית** – שכבת שריר שעוטפת את כלי הדם בצורה מעגלית. סיבי שריר אלו מעוצבים על ידי עצבים והם בעלי יכולת אלסטית ואפשרות לשינוי קוטר כלי הדם.
3. **Tunica intima (Endothel) שכבה פנימית** – שכבת ציפוי חד-תאית צפופה שבאים במגע עם הדם. היא קיימת בכל סוגי כלי הדם. היא מורכבת מתאי אנדותל, והנימים בנויים משכבה זו בלבד.



כלי הדם בגוף מחולקים ל:

עורקים - ARTERY, כלי דם המזרימים דם מהלב אל תאי הגוף. רובם מזרימים דם עשיר בחמצן, למעט עורק הריאה המזרים דם לא מחומצן מהלב לריאות. לכן, **כלי דם יוגדר לפי כיוון הזרימה שלו ולא לפי ריכוז החמצן שבו**. משום שרוב העורקים מזרימים דם עשיר בחמצן, צבע הדם בעורקים הוא אדום בהיר.



העורקים חבויים ולא ניתן לראותם בולטים מתחת לעור. שכבת המדיה בעורקים עבה יחסית, ובעלת יכולת כיווץ גבוהה משום שיש צורך בלעמוד בלחצים גבוהים.

ורידים - VEIN, כלי דם שמנקז דם מאיברי הגוף אל הלב ורובם מעבירים דם עני בחמצן אל הלב (מלבד כמה ורידים יוצאי דופן ביניהם, וריד הריאה). בשל הלחץ הנמוך יותר בוורידים, השכבה השרירית דקה יותר. צבעם הכחלחל נובע מחדירות האור דרך העור וכלי הדם שגורם למראה זה.



עקרונות זרימת הדם בוורידים:

בניגוד לעורקים שבהם הלחץ גבוה ומהירות זרימת הדם משתנה, בוורידים הלחץ נמוך, מהירות הזרימה איטית וחלק מהדם זורם נגד כוח הכבידה. יש כמה מנגנונים שמאפשרים את חזרתו ללב:



- ❖ **שסתומים חד כיוונים** – נמצאים בוורידים ומונעים חזרה של דם לכיוון ממנו הוא בא.
- ❖ **שרירי השלד, בעת תנועה**, מפעילים לחץ על הורידים ולמעשה סוחטים אותם. היות ותנועת הדם היא לכיוון אחד בלבד, הוא יוזרם לעבר השסתום הבא שייפתח ויכיל את הכמות הבאה. (קשור לקימה מהירה באנשים בעלי מסת שרירי גפיים נמוכה שמתעלפים בקלות).
- ❖ **מערכת סגורה** – אין אוויר, רק נוזל. מאפשר ניצול של כוח ואקום.
- ❖ **ואקום וניקה** – מתקיימת משיכה של נוזלים לכיוון הלב בעת ריקון העלויות לחדרים, בעת ריקון החדרים לכלי הדם וחוזר חלילה.
- ❖ **תת לחץ בבית החזה** – בזמן שאיפה נוצר תת לחץ בבית החזה ולכן הדם בוורידים נשאב אל העלייה הימנית (הדם זורם לכיוון עם לחץ נמוך).
- תהליך הנשימה, כשלעצמו לא מיועד להחזיר הוריד, בעל השפעה משמעותית. בתחילת השאיפה הלחץ בבית החזה יורד משמעותית שמובילה לכניסת אוויר בנוסף על כך נוצר תת לחץ בוורידים המרכזיים אשר מושך את הדם מהם לעבר הלב, מעין פעולת יניקה. (במקרים של ניפוח יתר של בית החזה ע"י הנשמה, אנו מונעים מאותו תת לחץ להיווצר ויתרה מכך, גם חוסמים את הורידים המרכזיים כך שהלב מוזן בכמות מופחתת של דם).
- נימים - CAPILARY**, רשת כלי דם זעירים העוברים בין תאי הרקמות. אלה כלי הדם הקטנים ביותר במחזור הדם והם מגיעים לכל תא בגוף. אך ורק בנימים מתרחש למעשה חילוף החומרים עם הרקמות. הנימים בנויים משכבה אחת בלבד של תאי אנדותל צפופים וזאת כדי לאפשר חילוף גזים אפקטיבי עם תאי הגוף. קצב הזרימה בהם איטי, על מנת לאפשר חילוף גזים יעיל. אורכם הכולל של נימי הגוף הוא כ-96,000 ק"מ.



השליטה העצבית על כלי הדם:

מערכת כלי הדם (עורקים וורידים) מעוצבים ע"י מערכת העצבים האוטונומי- הסימפטטית והפרא-סימפטטית (עצב הוואגוס) ועמוסים ברצפטורים המגוררים ע"י הורמונים שונים.

מרכז השליטה נמצא בגזע המוח ומווסת את הלחץ בכלי הדם.

מושגים חשובים:

- דופק - הלמת הדם על דפנות כליו. מכיוון שהעורקים מתנפחים בזמן הסיסטולה (הלחץ המקסימלי) עקב כניסת דם מהלב לעורקים, ניתן לחוש את ההלמות ולהעריך את דופק המטופל.
- לחץ דם - הלחץ שהדם מפעיל בתוך העורקים. הלחץ המקסימלי יהיה לחץ דם סיסטולי והלחץ המינימלי הוא לחץ דם דיאסטולי. (ל"ד תקין: 90-120 מ"מ סיסטולי, 60-80 מ"מ דיאסטולי)
- לחץ דופק (PP – Pulse Pressure) - ההפרש בין ל"ד סיסטולי לדיאסטולי (תקין: 30).



- לחץ עורקי - לחץ דיאסטולי + שליש PP.

לחץ הדם מושפע מנפח הדם וקוטר כלי הדם.

הלב



הלב הינו שק שרירי הממוקם במרכז המדיאסטינום (החלל שבין

הריאות במרכז החזה) מאחורי עצם הסטרנום, כשחוד הלב

(Apex) נוטה שמאלה. גודלו כאגרוף, ומשקלו נע בין 200-400 גרם.

הלב עטוף בקרום עמיד שנקרא קרום הלב Pericardium (סביב =

Peri, לב = Card).

הלב מורכב מכמה שכבות :

pericardium שק הלב- הלב עטוף בשק סיבי. חלקו הפנימי של

הפריקד מדופן ברקמת סרוזה- רקמה סיבית, לא אלסטית וקשוחה המרכיבה 2 שכבות- חיצונית

ופנימית. בין 2 שכבות אלו, ישנו חלל ובו יש כ-15 סמ"ק של נוזל סיכה- pericardial fluid. מטרתו

להגן ולמנוע שחיקה של הקרום.

דופן הלב- מורכב מ 3 רקמות כאשר האמצעית והמסיבית מביניהן הינה רקמת שריר :

1. Epicardium- שכבת הסרוזה הפנימית (חלק משק הלב).

2. Myocardium- שכבת תאי שריר הלב (מיוציטים) אחראית על פעימות הלב ועל שליחת

דם עוצמתית ובלתי נפסקת לכל חלקי הגוף. כל זה מתאפשר בזכות תכונותיו הייחודיות.

התאים מאוגדים בקבוצות ומתכווצות בתיאום וכך גורמות לכיווץ מכמה כיוונים במקביל.

3. Endocardium- השכבה הפנימית של שריר הלב המצפה את החדרים וכלי הדם (תאי

אנדותרל המונעים קרישה).

הלב מחולק לאורכו לשניים ע"י מחיצה- **SEPTUM**. כל מחצית מחולקת גם כן לשניים ע"י

מסתמים חד כיווניים, ובכך נוצרים בלב 4 מדורים. המחיצה מאפשרת הפרדה בין המשאבה

הימנית, הענייה בחמצן, למשאבה השמאלית, העשירה בחמצן. שתי המשאבות פועלות בתיאום.

החללים שמעל המסתמים נקראים עליות - **ATRIUM**. העליות מנקזות דם מהוורידים הגדולים

ועשויות רקמת שריר עדינה יחסית היות ואינן עומדות בעומס עבודה רב.

ואלו שמתחת למסתמים נקראים חדרים - **VENTRICLES**.

החדרים בעלי שריר עבה ומפותח היות ועליהם לדחוס דם דרך העורקים אל רקמות הגוף. חדר

שמאל עבה פי 2-3 מחדר ימין, משום שהוא מזרים דם אל כל הגוף, בניגוד לחדר ימין שמזרים

לב.

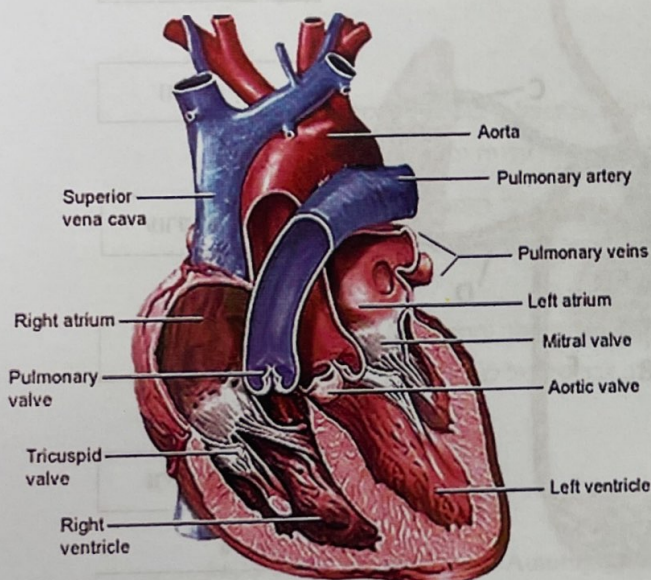
תפקיד המסתמים בלב הוא לגרום לזרימה חד כיוונית של דם בזמן התכווצות של הלב.



מסתמים (Valves):

מפרדים בין העלויות לחדרים: atrioventricular valves

1. דו- צניפי- Mitral Valve. מפרד בין עליה לחדר שמאל. בנוי מ-2 מפרשים.
 2. תלת- צניפי- Tricusepide Valve. מפרד בין עליה לחדר ימין. בנוי מ-3 מפרשים.
- מפרדים בין חדרי הלב לכלי הדם: **מסתמי ירח semilunar valves**, משום שהם בנויים משלושה עלים דמויי חצי סחר.



1. מסתם אבי העורקים Aortic Valve. מפרד בין חדר שמאל לאבי העורקים.
2. מסתם עורק הריאה Pulmonary Valve. מפרד בין חדר ימין לעורק הריאה.

למסתמים שרירים המניעים אותם- שרירים "פפילריים" הנמצאים בתחתית החדרים ומתחברים למסתמים בעזרת מיתרים הנקראים chordae tendineae.

מחזורי הדם:

הדם בגוף זורם במעגל סגור שחוזר על עצמו כל הזמן: מהלב אל הגוף ובחזרה אל הלב.

מקובל לחלק את מחזור הדם למחזור הגדול Systemic Cycle והמחזור הקטן Pulmonary Cycle.

המחזור הגדול – מזרים דם מהלב אל כל תאי הגוף. לאחר שהדם העשיר בחמצן מגיע מן הריאות אל העלייה השמאלית של הלב, הוא עובר אל החדר השמאלי של הלב. משם הוא מוזרם אל הגוף דרך אבי העורקים.

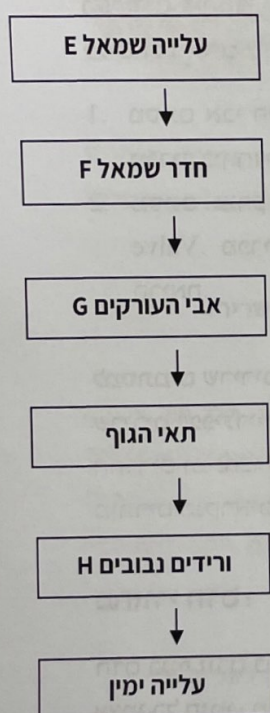
הדם העשיר בחמצן זורם בעורקים בסופו של דבר מגיע לנימים ומגיע אל תאי הגוף שם מתבצע חילוף גזים עם התאים, כאשר חמצן עובר לתאים ופחמן דו חמצני עובר לזרם הדם.

המחזור הקטן – הריאתי, מקשר בין הלב לריאות. הדם העשיר בפחמן דו חמצני החוזר מכל חלקי הגוף ודל בחמצן, נכנס אל העלייה הימנית של הלב ועובר לחדר הימני. משם הוא יוצא מהלב

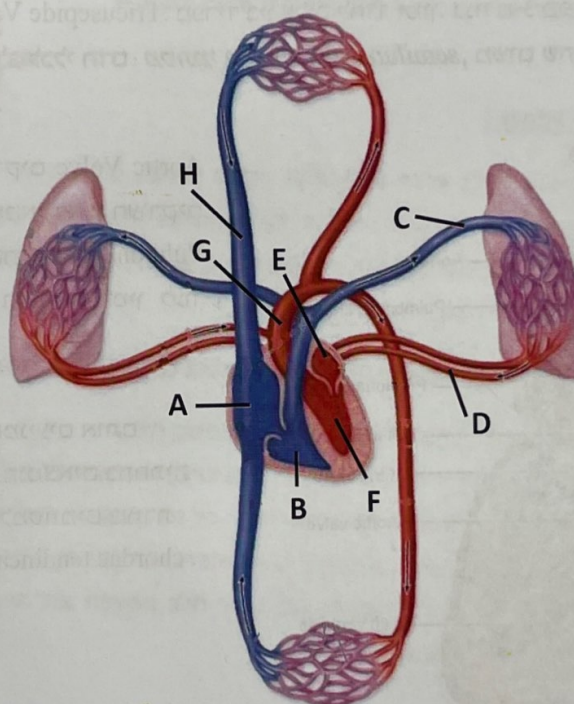
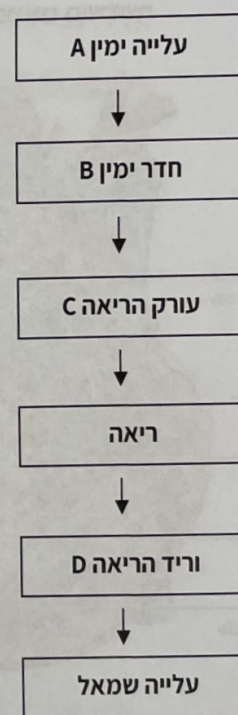


וזורם בעורק הריאה אל נימי הריאות. בנימים אלה החמצן מפעפע מהריאות אל הדם, והפחמן הדו חמצני יוצא לריאות ומשם החוצה בנשיפה והחמצן שבנאדיות עובר מהנאדיות אל זרם הדם. הדם העשיר בחמצן חוזר אל הלב מהריאות דרך וריד הריאה, והוא שוב נכנס לעליה שמאל ומתחיל את המחזור הגדול וחוזר חלילה.

המחזור הגדול



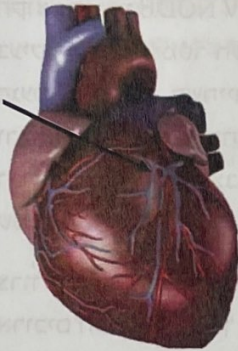
המחזור הקטן





העורקים הקורונריים (Coronary Arteries)

עורקים
קורונריים



הלב עצמו מורכב משכבת שריר עבה הפועלת ללא הרף. רקמה זו, ככל רקמה אחרת בגוף, דורשת אספקת דם וחמצן על מנת לתפקד. דופן הלב עבה מכדי לספוג את חומרי המזון והחמצן העוברים דרך העליות והחדרים ועל כן הלב זקוק למערכת דם משל עצמו הכוללת עורקים, נימים וורידים. אספקת דם זו מגיעה מכלי דם המקיפים ועוטפים את הלב בצורה המזכירה כתר ועל כן הם נקראים **coronary arteries** או בשמם העברי- **העורקים הכליליים** (קורונה=כליל=כתר, משום שהם מכתרים את הלב). העורקים מתפצלים ומסתעפים ככל שאדם מתבגר.

אלו העורקים העיקריים:

- **העורק הכלילי הימני** – יוצא מפתח מסתם אבי העורקים, מתפצל בהמשכו לעורקיקים. מזין לרוב את החדר הימני, את מערכות הולכת החשמל הלבבית, וכן את עלייה ימין.
 - **העורק הכלילי השמאלי** – יוצא מפתח צדדי כמו העורק הכלילי הימני, מתפצל לשני עורקים ראשיים, האחד מזין את חדר שמאל ואת המחיצה septum, והשני מזין את חדר שמאל ותחתית הלב.
- מצב של חסימה באחד מהעורקים הללו נקרא אוטם בשריר הלב (התקף לב). חסימה של אחד העורקים תוביל לחוסר אספקת דם לחלק מרקמת הלב דבר שיוביל לנמק ולמוות הרקמה.

מערכת ההולכה של הלב

ללב יש מערכת הולכה חשמלית עצמאית – Autorhythmic Fibers. היא גורמת ללב לפעום בקצב סדיר ויעיל. היא יוצרת בקצב סדיר דחפים עצביים הגורמים לשריר הלב להתכווץ, ומובילה את הדחפים לחלקי השונים של הלב.

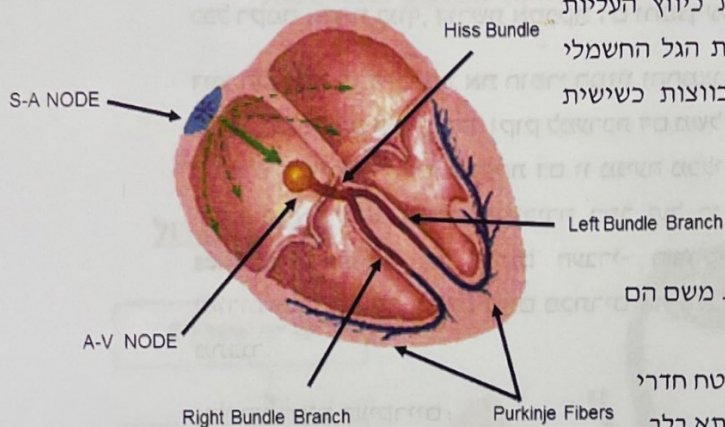
לב קיימים שני קוצבים אשר הם האחראים על ייצור הגל החשמלי אשר מוביל לכיווץ שריר הלב.

קוצבי הלב הם למעשה קבוצת תאים בעלי יכולת ליצור גל חשמלי באופן מסונכרן ועצמאי ביניהם.

הקוצב הראשי S.A NODE – זהו הקוצב הראשי ועיקרי של הלב. בו מתחיל להיווצר הדחף החשמלי (נקרא גם פוטנציאל) אשר לבסוף יוביל לכיווץ מלא של שרירי הלב. מיקומו בעלייה הימנית באזור כניסת הווריד הנבוב העליון. מספר הזרמים שנותן הקוצב הראשי הוא 60-100 (קצב הלב התקין).



הקוצב המשני A.V NODE - מיקומו במחיצה השרירית בצומת שבין שתי העליות לחדרים. משמש בעיקר כתחנת ממסר חשמלית אשר משהה את הגל החשמלי המגיע אליו מה S.A NODE לפני הגעתו לחדרים. השתיית הזרם תאפשר את כיוון העליות וריכוז הזרם מסיבי ההולכה בעליות והעצמת הגל החשמלי המגיע מהעליות. במצב תקין, העליות מתכווצות כשישית שנייה לפני החדרים.



צרור היס- אלו הם קבוצת תאי שריר לב ארוכים העוברים לאורך המחיצה שבין החדרים, ומתפצלים ל2 ענפים – ימני ושמאלי. משם הם מסתעפים למערכת סיבים, סיבי "פורקינייה" – סיבים אלו מסתעפים בשטח חדרי הלב, מתחת לשכבת האנדוקרד, ומגיעים לכל תא בלב. תאים אלו רחבים יותר מתאי שריר הלב, ולכן מעבירים שדר חשמלי בצורה מהירה יותר מתאי שריר הלב.

מרכיבי הפעימה

הפעולה החשמלית (עצבית) יוצרת פעולה מכאנית של פעימה.

סיסטולה - Systole - הזמן בו החדרים מתכווצים. (עליות רפויות) – הפעולה מתחילה מה-APEX (חוד הלב) כלפי מעלה בכדי לאפשר סחיטה יעילה אל כלי הדם הנמצאים בחלקם העליון של החדרים. הכיוון גורם לעליית הלחץ בחדר ובכך לסגירת המסתמים בין העליות לחדרים ובמקביל פתיחת המסתמים בין החדרים לכלי הדם.

דיאסטולה - Diastole - הזמן בו חדרי הלב נרפים. הלחץ בעליות המלאות בדם עולה על הלחץ בחדרים כך שרוב הדם זורם אל החדרים דרך המסתם. לאחר מכן ישנו כיוון בעליות (סיסטולת העליות Atrial Kick) בכדי לדחוף לחדרים כ-10%-15% של דם שלא עבר.

דיאסטולה נמשכת כמעט פי שניים מהסיסטולה!

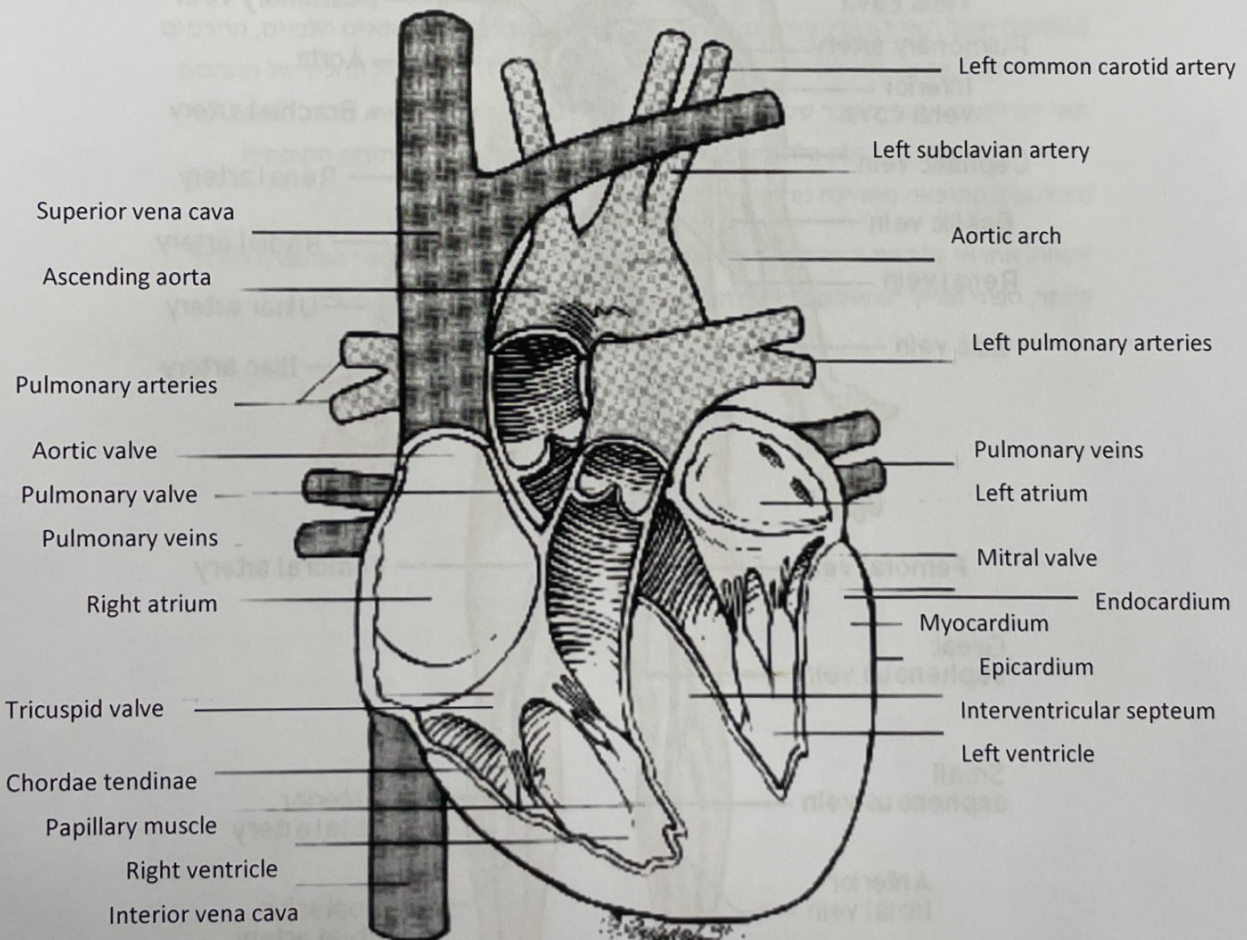
תפוקת חלב (Cardiac Output) = מונח המתאר את נפח הדם הנשאב ע"י חלב בדקה. תפוקת חלב אינה מדד קבוע אצל כל אדם והיא מווסתת ע"י שינוי בנפח הפעימה ומספר הפעימות. נפח פעימה (Stroke Volume) הוא מונח המתאר את כמות הדם המוזרמת מהלב בכל פעימה.

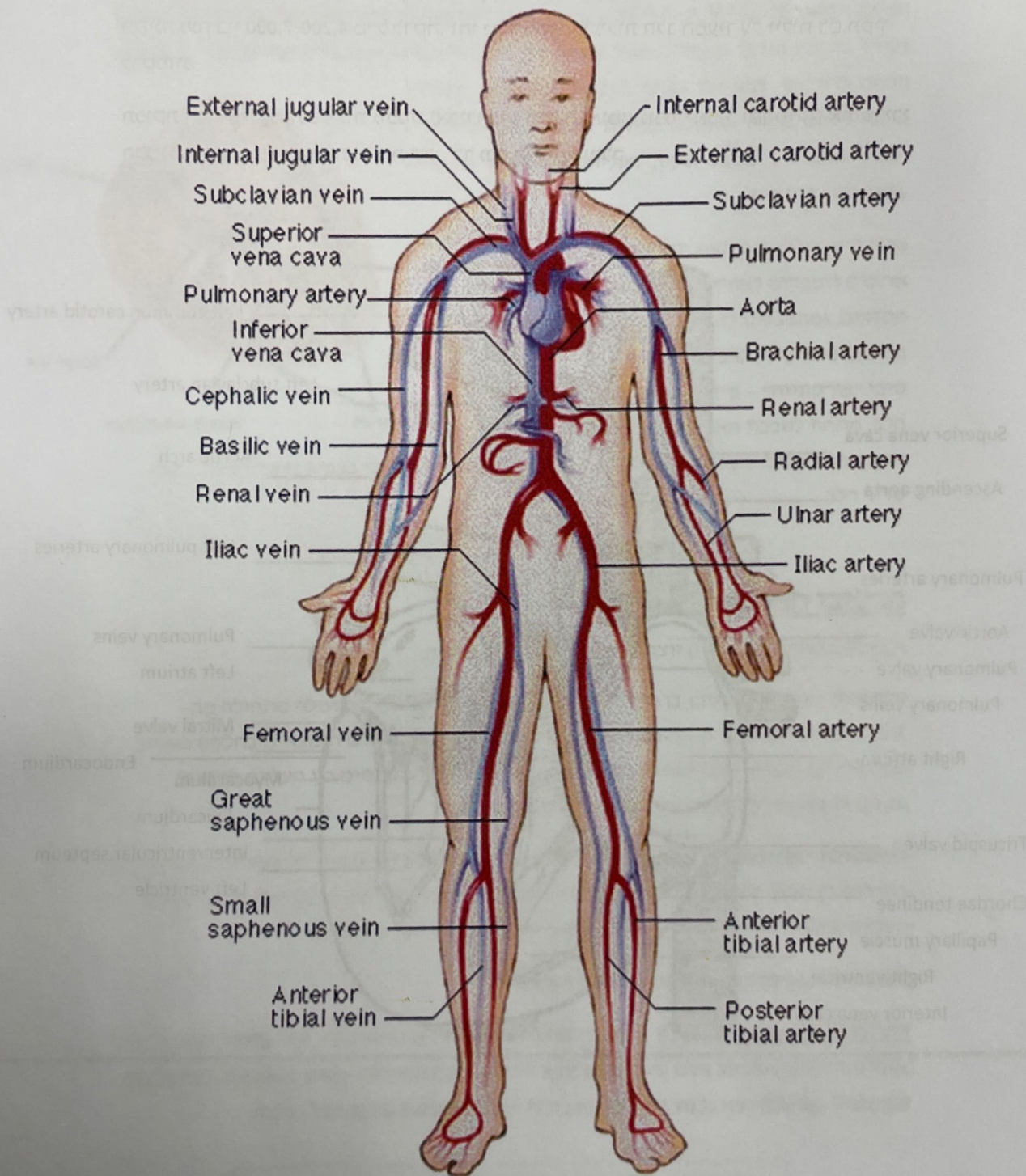
מספר פעימות בדקה X נפח פעימה = תפוקת לב



נפח פעימה ממוצע הוא 70 מ"ל, וקצב לב תקין הוא 60-100 פעימות, כך ניתן לחשב שתפוקת לב תקינה נעה בין 4,200-7,000 מ"ל לדקה. זהו מדד חשוב ליעילות הלב המעיד על זילוח דם תקין לרקמות.

תפוקת הלב עולה בעת פעילות גופנית (אפילו פי 4 ויותר). אימון גופני לאורך זמן מחזק את שרירי הלב ומגביר את עצמת ההתכווצות שלו, כך נפח הפעימה עולה.







מערכת הלימפה

רשת של נימים, צינורות, קשריות לימפה ואיברים המנקזים נוזל מהרקמות ומעבירים אותו למחזור הדם. תפקיד המערכת הוא סינון הנוזל מחלקיקים מזיקים והרס מזהמים הנמצאים בו. בלוטות הלימפה הן מעין מסננים של מערכת החיסון וממוקמות לאורך צינורות הלימפה. כל בלוטה מחוברת לצינורות המוליכים אליה נוזל וכן לצינורות המנקזים ממנה נוזל שעבר סינון. בבלוטות ישנם תאי דם לבנים רבים. כאשר נוזל הלימפה בא במגע עם התאים הלבנים, הגורמים הזרים שנמצאים בו, נלכדים על ידי התאים הלבנים ובעקבות זאת, מתחיל תהליך של התרבות תאי דם לבנים וייצור מוגבר של נוגדנים. תהליך זה גורם להגדלת הבלוטות. הכאב המוכר לנו כאשר אנו סובלים מהגדלת בלוטות לימפה, הינו בדרך כלל תוצאה של מתיחת הקופסית (המעטפת) כתוצאה מהגדלה מהירה של הבלוטה.

הטחול אחראי על הרס וסילוק תאי דם פגועים או זקנים (הטחול הינו האיבר הלימפתי הגדול ביותר, ספוגי ופריך הממוקם בחלקה העליון השמאלי של הבטן, מתחת לסרעפת).



מערכת הקרישה

מערכת הקרישה מורכבת ממערכת הבונה קריש וממערכת המפרקת קריש. תהליך הקרישה מתחיל בנוק לשכבת האנדותרל. מטרת התהליך היא להגיע למצב של **HEMOSTASIS** - עימרון דם (שמירת הדם במערכת על ידי תיקון הפציעה באמצעות קריש דם). שלבי התהליך:

1. כיווץ כלי דם – **VASOCONSTRICTION**. חומרים מתאי האנדותרל ומהטסיות משתחררים במטרה לצמצם את אובדן הדם.
2. יצירת פקק הטסיות – **PLATELETS PLUG**. מתחת לשכבת האנדותרל מצוי ה-Subendothelial Matrix שמכיל סיבי קולגן ואת VonWillebrand Factor (VwF). בעת פגיעה באנדותרל, הקולגן נחשף לזרם הדם וגורם להידבקות טסיות אליו (אדהזיה Adhesion) וה-VwF גורם לשפעול טסיות. שפעול הטסיות מתבטא בשינוי המבנה שלהן ובשחרור תוכן הטסיות (חומרים המושכים טסיות נוספות). הדבר מביא להידבקות הטסיות אחת לשנייה, תהליך הנקרא אגרגציה Aggregation. נוצר גוש טסיות חלש, לא מקובע לדופן כלי הדם ויכול להתנתק ולשחות עם הזרם. בשלב הבא, כדי לחזק את קריש הדם (טרומבוס) נוצרת סביבו רשת סיבי פיברין.
3. קסקדת הקרישה – **COAGULATION CASCADE**. מטרת השלב היא תמיכה, ייצוב וחיוזוק פקק הטסיות הראשוני. זהו תהליך רב-שלבי (=קסקדה) שבו גורם קרישה אחד מפעיל את משנהו. ישנו מסלול אינטרני, הקורה בכלי הדם, ומסלול אקסטרני, הקורה ברקמות. לבסוף, פקטור הקרישה טרומבין Thrombin הופך את פקטור הקרישה המסיס בדם פיברינוגן Fibrinogen לחלבון הבלתי-מסיס פיברין Fibrin. סיבי הפיברין מייצבים את הקריש הראשוני.

פירוק הקריש (פיברינוליזיס) – FIBRINOLYSIS. מטרת הפירוק היא למנוע שהקריש יגדל ללא בקרה ויחסום את כלי הדם לחלוטין. פקטור הקרישה טרומבין Thrombin הופך את החלבון המסיס בדם פלסמינוגן Plasminogen המיוצר בכבד לחלבון הבלתי-מסיס פלסמין Plasmin המפרק את סיבי הפיברין.

התרופה הקסקפרון TXA Tranexamic Acid מבוססת על מנגנון פירוק הקריש – היא מעכבת את הפיכת הפלסמינוגן לפלסמין ובכך מונעת את פירוק הפיברין.



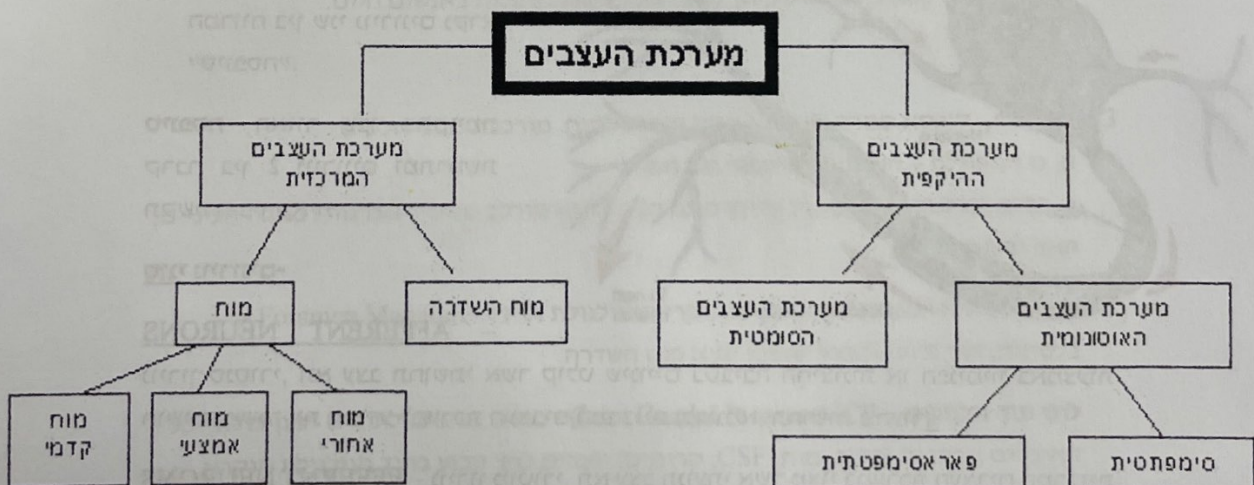
מערכת העצבים

Nervous System

גוף האדם הוא מערכת גדולה שמורכבת ממערכות קצת יותר קטנות וכל אחת היא אוטונומיה לעצמה. לכל מערכת בגוף יש תפקיד ושיטת פעולה ייחודית, אבל יש מערכת שנקראת מערכת העצבים. תפקידה של מערכת העצבים, הוא לנהל את הכל. כלומר, מערכת העצבים מהווה גוף שאחראי על תיאום, ויסות, ובקרה. המערכת עושה זאת על ידי תאי עצב – נוירונים. הנוירון (Neuron) הוא תא בעל מבנה מיוחד במינו הכולל שלוחות המחוברות לגוף התא. אדם נולד עם מספר מקסימלי של נוירונים (בערך 10 ביליון) ובמשך החיים מספר הנוירונים הולך וקטן ללא יכולת יצירת תאי עצב חדשים. סינאפסה – (Synapse) היא הרווח בין שני נוירונים.

מבנה מערכת העצבים

ניתן לחלק את מערכת העצבים לשני חלקים:



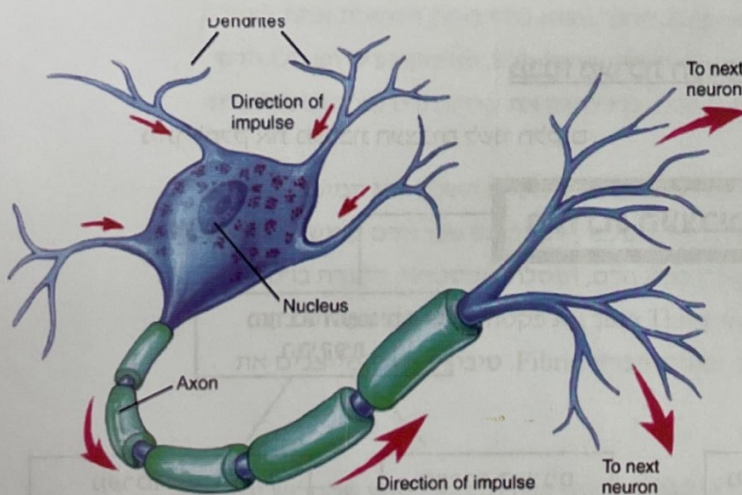
התא האחראי לביצוע פעולות מערכת העצבים הוא הנוירון (Neuron).

הנוירון הוא היחידה הבסיסית ביותר של מערכת העצבים, תא בעל מבנה מיוחד המסוגל לייצר דחף עצבי בתגובה לגירוי ולתקשר עם תאים אחרים. הוא מסוגל לקלוט, לעבד ולהעביר מידע (דחף עצבי) באמצעות אותות חשמליים-כימיים. הנוירונים יוצרים קשרים בינם לבין עצמם ובין לבין איברים אחרים בגוף, קשרים אלו יוצרים את תפקוד מערכת העצבים. הדחף העצבי מגיע לשריר (וגורם לכיווץ), לבלוטה (וגורם להפרשת חומר ממנה) או לתא עצב אחר. צבר של נוירונים במערכת העצבים המרכזית נקרא גנגליון (ganglion) המשמש כתחנת ביניים בין אקסון היוצא מהמוח או מחוט השדרה לבין אקסון באיבר מטרה.



מבנה הנוירון:

1. גוף (soma) – מרכז התא המכיל את גרעין התא, המידע התורשתי והמיטוכונדריה, ככלל תא. מתוכו יוצאים דנדריטים וסיב אחד ארוך שנקרא אקסון.
2. דנדריט (Dendrite) – שלוחות קצרות המחוברות לגוף התא. מערכת הקליטה של הנוירון שמעבירות מידע למרכז התא.
3. אקסון (Axon) – שלוחה ארוכה היוצאת מגוף התא. אורך האקסון משתנה בין תאי עצב שונים לאורך הגוף וזאת בהתאם לתפקיד הנוירון הספציפי. זהו האמצעי המרכזי להעברת הדחף העצבי. על מנת שהזרם החשמלי יעבור בצורה טובה, גוף האקסון מצופה בשכבת שומן מבודדת הנקראת מיאלין. המיאלין מגביר את מהירות העברת הדחף העצבי ומונע את זליגתו מהנוירון. קצה האקסון מתפצל לענפים רבים הנקראים טרמינלים. בקצה שלהם יש שלוחות סינפטיות המכילות את הנויורטרנסמיטרים.



הנוירונים נקשרים זה לזה באמצעות קשר המתבצע בין קצה האקסון של נוירון אחד לבין הדנדריט של הנוירון השני. המרווח בין שני נוירונים נקרא "סינפסה".

סינפסה – האזור שבו מתקיימת קרבה בין 2 נוירונים ומתרחשת תקשורת בין תאית.

סוגי נוירונים

AFFERENT NEURONS

נוירון סנסורי, תא עצב תחושי אשר קולט שינויים בסביבה החיצונית או הפנימית באמצעות חושים ומשגר את המידע למערכת העצבים המרכזית (לדוגמא, תחושות מהעור).

EFFERENT NEURONS

נוירון מוטורי, תא עצב תנועתי אשר מצוי במערכת העצבים המרכזית ושולח ממנה אינפורמציה ושדרים אל התאים המבצעים (לדוגמא, לשרירים).

INTERNEURONS

תא עצב מקשר, נמצא במערכת העצבים המרכזית. הם אחראיים על עיבוד המידע. מספר תאי עצב המקושרים זה לזה יוצרים רשת עצבית ואחראים על פעולות כמו למידה, זיכרון והתנהגות.



מערכת העצבים המרכזית (CNS)

Central Nervous System

מעגנוני הגנה על המוח:

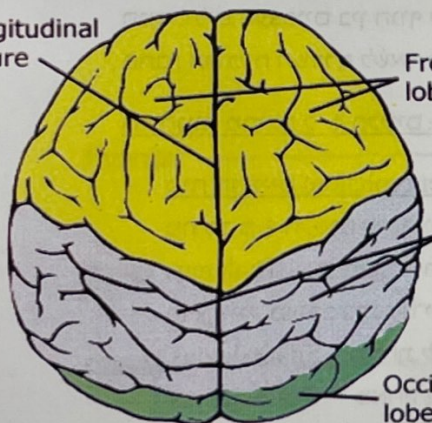
1. **שיער** - מהווה הגנה תרמית והחלקת פגיעות.
2. **קרקפת (Scalp)** - בנויה מעור ורקמת חיבור. מטרתה היא להגן על המוח מטרומה ומתנאי מזג אוויר. זהו אזור עם אספקת דם ולימפה מרובה. היא מחוברת לגולגולת בשלוש נקודות השקה ומכילה עצבים וכלי דם רבים.
הקרקפת מורכבת מ-5 שכבות:
- עור הקרקפת עליו צומח שיער הראש.
- רקמת חיבור, שכבה צפופה תת עורית של שומן המכילה עצבים ואת כלי הדם הרבים של הקרקפת.
- שכבה גידית קשה (Galea).
- רקמת חיבור רופפת. רקמה חלשה, גמישה ועשירה בכלי דם.
- פריאוסטום, צמודה לגולגולת, אך ניתן להסיר אותה בקלות באנשים חיים.
3. **גולגולת** - קופסא סגורה המהווה הגנה גרמית למוח. מורכבת משני חלקים:
א. גג הגולגולת - העצמות העוטפות את המוח.
ב. בסיס הגולגולת - העצמות עליהן מונח המוח. הוא מורכב משלוש מדרגות: בגובה העיניים, האף והעורף.
הגולגולת היא "מגן כולא", הפתח העיקרי מהגולגולת הוא ה- Foramen Magnum - בלטינית, חור גדול - החור שדרכו יוצא חוט השדרה.
לחץ תוך גולגולתי - ICP (Intra Cranial Pressure) - משום שהגולגולת היא "מגן כולא" כל האיברים שבתוכה (כל"ד, מוח, CSF, קרומים) יוצרים לחץ קבוע בתוך הגולגולת הנקרא ICP. ICP תקין נע בין 5-15 מ"מ.
4. **קרומי המוח** - ישנם 3 קרומים העוטפים את המוח:
א. DURA דורה - הקרום החיצוני ביותר. קרום קשיח המספק הגנה למוח ולכלי הדם שלו. מעליו, בחלל האפידורלי, עוברים עורקים ותחתיו, בחלל הסאבדורלי, עוברים ורידים.



המוח הגדול – CEREBRUM מתחלק למספק חלקים :

- **המיספרות** - המוח הגדול מורכב משני 'חצאי כדור' (המיספרות) בצידו הימני והשמאלי. העיצוב מהמוח אל חלקי הגוף עובר בצורת הצלבה. השליטה על חלקו הימני של הגוף נמצא בידי האונה השמאלית, והשליטה על החלק השמאלי של הגוף נמצא בידי האונה הימנית להבדל מהפנים אשר העיצוב עובר ביחס ישיר (בפנים, האונה הימנית שולטת על צד ימין). לדוגמא, כאשר אנו רוצים להרים את יד ימין, ההוראה ליד מגיעה מהאונה השמאלית, ולהיפך – כאשר יד שמאל מקבלת מכה אנו מרגישים בה בקליפת המוח הנמצאת באונה הימנית.

Longitudinal
fissure



Frontal
lobe

Parietal
lobe

Occipital
lobe

- **האונות (Lobes)** - שתי ההמיספרות מחולקות, כל אחת,

לארבע אונות: אונת המצח (Frontal), אונת הקודקוד

(Parietal), אונת העורף (Occipital) ואונת הרקה

(Temporal). אונות אלו הן אזורים גדולים של קליפת המוח

אשר מבצעים פונקציות מגוונות.

1. האונה הפרונטלית (המצחית) – אחראית על הפעילות המוטורית, ובמילים אחרות הפקודה לביצוע תנועה מתחילה באונה הפרונטלית. מלבד זאת, האונה הפרונטלית אחראית גם על ההתנהגות, דיבור תכנון וקבלת החלטות.
2. האונה הפריאטלית (קודקודית) – עוסקת בעיקר ביכולת התחושתית, כלומר אונה זו מקבלת את הקלט הסנסורי ממערכת העצבים הפריפרית, ומעבדת אותו. בנוסף, לאונה הפריאטלית תפקיד חשוב ביותר בקישור בין תפקודים מוחיים וביכולת לבצע פעולות שונות. האונה הפריאטלית הנמצאת בהמיספרה הדומיננטית אחראית על קריאה, כתיבה, חישוב והבנת השפה, ולעומת זאת האונה הנמצאת בהמיספרה השנייה עוסקת בעיקר בהתמצאות במרחב.
3. האונה הטמפורלית (רקתית) – אונה האחראית באופן כללי על השמיעה והבנת השפה. אונה זו אחראית גם על זיכרון, הבנת קלט תחושתית, רגש ותפקודים נוספים.
4. האונה האוקסיפיטלית (עורפית) – זוהי האונה האחראית על הראיה, אשר בסופו של דבר מקבלת את המידע מהעיניים ומעבדת אותו לתמונה



המוח הקטן (Cerebellum)

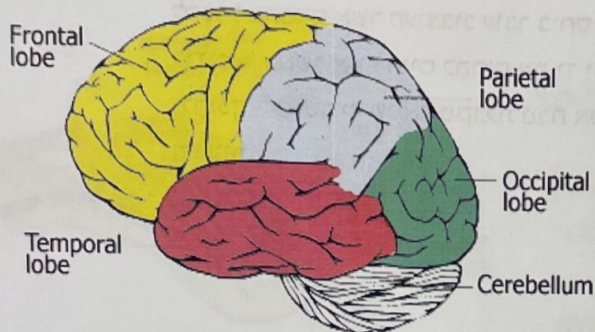
נמצא בחלק האחורי של קופסת הגולגולת.

ממלא תפקיד מרכזי בתכנון ובקרה על תנועות מורכבות, וטונוס שרירים, עידון תנועות, שיווי משקל וקואורדינציה, לדוגמה - רכיבה על אופניים. תכונה נוספת אופיינית לצרבלום, היא היכולת

לשמור מיומנויות שנרכשו לאורך זמן. (אחרי

שלומדים לרכב על אופניים פעם אחת, ניתן

לחזור ולרכב בקלות גם אחרי שניות).



גזע המוח (Brain Stem)

נמצא מעל ה-Foramen Magnum (חור בחלק

האחורי של הגולגולת דרכו עובר חוט השדרה)

והוא מכיל מרכזים חשובים לחיים, כגון מרכז

הנשימה, מרכז בקרת לחץ הדם והדופק ומרכז RAS (Reticular Activating System). כל

המסלולים העצביים בין הגוף לבין המוחות שבקופסת הגולגולת עוברים דרך גזע המוח. גזע המוח

מחבר את מוח השדרה לשאר המוח. פגיעה קשה בגזע המוח מביאה לרוב למוות מיידי.

גזע המוח מחולק ל-4 חלקים:

1. מוח הביניים (diencephalon)

מורכב מ-4 חלקים עיקריים:

Thalamus – ה"מעבד" הראשי של המידע הסנסורי מהסביבה. הוא מעורב בעיבוד המידע

הראשוני, מעורב בתפקודים רגשיים ובתהליכי העירנות והשינה.

Subthalamus – מתחת לתלמוס, לוקח חלק בשליטה על הפעילות המוטורית.

Epithalamus – מאחורי התלמוס, קשור למערכת האנדוקרינית (המערכת ההורמונלית).

מעורב בהפרשת מלטונין, "הורמון החושך", המווסת את השעון הביולוגי (שינה והורמוני רבייה).

Hypothalamus – מפקח על ההומיאוסטזיס הכללי של הגוף: ויסות חום, תיאבון וצימאון,

ויסות לחץ אוסמוטי וויסות רמות גלוקוז בדם. בנוסף מפקח על הבלוטות האנדוקריניות.

להיפותרלמוס מחוברת בלוטת ההיפופיזה (pituitary gland) המפרישה הורמונים כמו ADH,

ACTH.

2. המוח האמצעי (midbrain) – קשור לתנועות מוטוריות, במיוחד תנועות העין ועיבוד שמיעתי

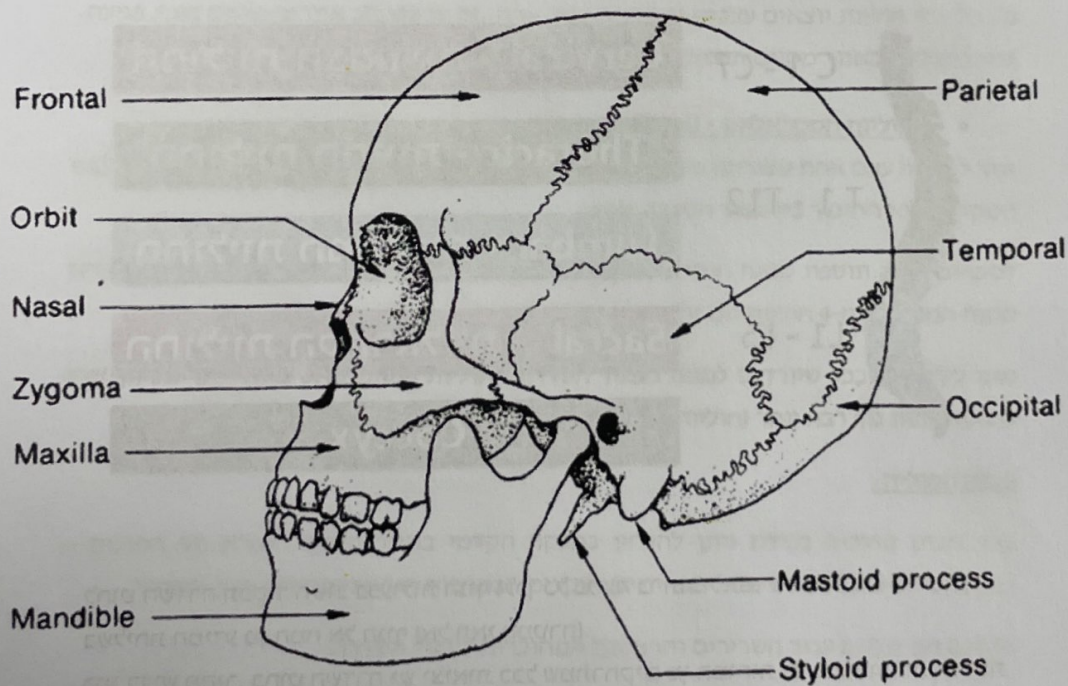
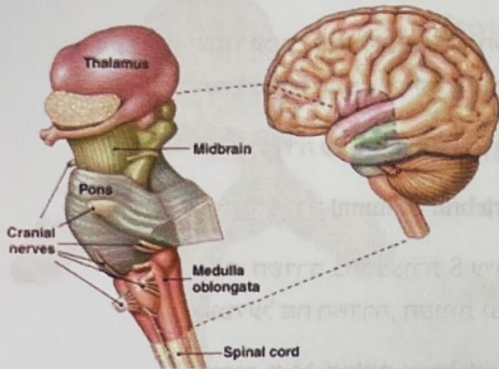
וחזותי.



3. הגשר (pons) – קשור לוויסות המוטורי וניתוח המידע החושי. מידע הנכנס מהאוזן אל המוח עובר דרך הגשר.

4. המוח המוארך (medulla oblongata)

נמצא בקצהו התחתון של גזע המוח, שם מתרכזים כל העצבים, מצטלבים ויוצרים את עמוד השדרה. נקודת החיבור ממוקמת ב-foramen magnum ומתחתיו מתחיל עמוד השדרה הצווארי. בנוסף, אחראי על מערכות הגוף הבסיסיות (נשימה, לב וכלי דם) ורפלקסים של בליעה והקאה. הוא שולט על רוב העצבים הקרנאליים.





חוט השדרה / מוח השדרה - Spinal Cord:

ההמשך הישיר של גזע המוח. מקשר בין מערכת העצבים המרכזית למערכת העצבים הפריפריית. בתוך עמוד השדרה עובר חוט השדרה. בין כל זוג חוליות יוצא זוג עצבים לשני צידי הגוף, המעבירים ומקבלים שדרים עצביים מהגוף למוח ולהפך. לכל זוג עצבים אזור מטרה שאותו הם מעצבבים. חוט השדרה עטוף גם הוא בקרומים ובנוזל ה-csf.

עמוד השדרה (Vertebral Column)

עמוד השדרה בנוי בצורת S ע"מ לפזר את האנרגיה בעת טראומה ולבלום זעזועים. תפקידו הם: הגנה על מוח השדרה, הקניית יציבות לגוף, בלימת זעזועים, מאגר סידן וגמישות. מורכב מ-33 חוליות (Vertebrae). החוליות מסודרות אחת מעל השנייה ויוצרות עמוד שבמרכזו עובר חוט השדרה. ניתן לחלק את החוליות למספר קבוצות:



C 1 - C7

החוליות הצוואריות - Cervical

T 1 - T12

החוליות החזיות - Thoracic

החוליות המותניות - Lumbar

L1 - L5

החוליות הסקראליות - Sacral

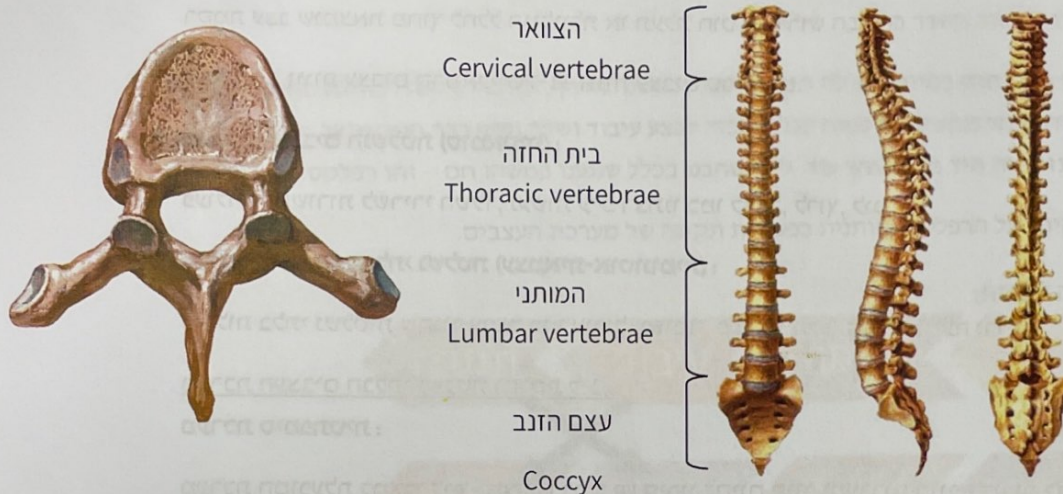
Coccyx

לחוט השדרה תפקיד חשוב בפעולות הגוף ולכן כל פגיעה בו תוביל לפגיעה בקליטת מידע וכן בשליחת המידע מן המוח אל הגוף (אל תאי המטרה). כמו כביש מהיר, בחוט השדרה יש יציאות ככל שמתרחקים מן המוחות יש פחות ופחות יציאות ולכן ככל שהפגיעה גבוה יותר בחוט השדרה כך יותר אזורים לא יקבלו שדרים עצביים.

עמוד השדרה - בנוי מ-33 חוליות אשר מגנות על חוט השדרה.



עמוד השדרה מתחלק ל-4 אזורים:



בין כל שתי חוליות יוצאים עצבים ספינליים אשר אחראים על העיזבוב אזורים שונים בגוף. פגיעה בחוט השדרה באזור מסוים תפסיק את העיזבוב לגוף מאותה נקודה ומטה.

• החוליות הסקראליות - Sacral

זוהי למעשה עצם אחת שצורתה משולש הפוך שמורכבת מ-5 חוליות המחוברות אחת לשנייה. עצם הסקרום היא החיבור בין עמוד השדרה לאגן.

לסקרום ישנה תוספת קטנה הנקראת **Coccyx** (מבוטאת בעברית קוסיקס) שגם היא עצם אחת קטנה המורכבת מ-4 חוליות המחוברות אחת לשנייה.

ניתן לראות שכל שיוורדים למטה בעמוד השדרה החוליות נעשות מאסיביות יותר מכיוון שהן נושאות מסת גוף רבה יותר (חוליות C לעומת חוליות L).

מבנה החוליה:

אם נתבונן בחוליה בודדת ניתן להבחין בחלקה הקדמי באזור מעוגל הנקרא גוף החוליה – Vertebral Body, מצידה השני מס' זיזים ושקעים, ובמרכזה חור שדרכו עובר חוט השדרה.

הזיזים הם עוגנים עבור השרירים והרצועות המחוברות לעמוד השדרה.

כאשר החוליות מסודרות אחת מעל השנייה בצורת עמוד הן אינן נוגעות אחת בשנייה, בין כל גוף חוליה לאחר ישנה טבעת סחוסית (DISC) שתפקידה למנוע חיכוך ולבלום זעזועים, ובנוסף ניתן

לראות שהזיזים והשקעים של כל חוליה מסודרים אחד בתוך השני ויוצרים מאין מפרקים קטנים המקנים לעמוד השדרה את גמישותו.



מערכת העצבים ההיקפית:

רקמת עצב שנמצאת מחוץ לחלל הגולגולת או תעלת חוט השדרה.

מכילה 12 זוגות עצבים קרניאליים ו-31 זוגות עצבים ספינליים.

מערכת העצבים הנשלטת (סומאטית):

פעולות הקשורות לשרירי השלד, נעשות ע"פ רצונו כמו לדבר, לרוץ, לנגן.

מערכת העצבים הבלתי נשלטת (עצמאית-אוטונומית):

פעולות בלתי נשלטות שהגוף עושה כמו עיכול, נשימה, פעולות הלב, הפרשת זיעה ורוק.

מערכת העצבים הבלתי נשלטת נחלקת ל-2:

מערכת סימפתטית:

מערכת המופעלת במצבי לחץ-מצבים בהם יש סיכון לקיום הגוף ומערכות הגוף צריכות להיות מוכנות למצב של "מלחמה" (הילחם או ברח). במצב בו מערכת זו פעילה בצורה מוגברת, ישנו ניתוב של אנרגיה לשרירי השלד כדי שיהיה להם מספיק כוח להגיב בצורה פתאומית, מהירה וחזקה. פעילות עיכול והפרשה מופסקות, וישנם שינויים בזרימת הדם, כיווץ כלי דם פריפריים, הרפיה של שרירי הנשימה ועוד. את פקודותיה מבצע לרוב הנוירטרנסמיטר נוראדרנלין הקשור להורמון אדרנלין המופרש מבלוטת יותרת הכליה.

מערכת פראסימפתטית:

פעילה בעיקר במצב של מנוחה בגוף ואחראית על מצב השגרה. מווסתת את הפעילויות הפיזיולוגיות הרצופות כגון נשימה, עיכול, שימור אנרגיה, התחדשות תאים ועוד. העצב הקרניאלי ה-10 (עצב הוואגוס) הוא האחראי לעיצוב הפראסימפטטי. היא יוצרת שינויים גופניים הקשורים למצב רגיעה. למשל, האטת קצב לב, הגברת פעולות המעיין, הורדת לחץ דם ועוד. הנוירטרנסמיטר הקשור לפעולותיה הוא אצטילכולין.

תגובה עצבית:

גירוי מהסביבה נקלט על ידי העצבים ממערכת העצבים ההיקפית, השדר מועבר דרך חוט השדרה למערכת העצבים המרכזית, שם עובר השדר עיבוד ונשלחת תגובה בהתאם. (לדוגמה- הסטת היד מכוס חמה).

רפלקס:

רפלקס הוא תגובה אוטומטית של הגוף.



כל תגובה של הגוף מגיעה לאחר גירוי של מערכת העצבים. במצב רגיל, ייקלט גירוי ע"י עצבי הפריפריה. השדר יעלה ויגיע למוח השדרה ומשם למוח הגדול. במוח הגדול יתבצע עיבוד ובדיוק באותה הדרך יחזור השדר כתגובה של הגוף.

במידה ויש גירוי חזק במיוחד, עולה השדר העצבי באותה הדרך, אך בחוט השדרה הוא מתפצל לשניים: שדר אחד ממשיך עד למוח הגדול בכדי לבצע עיבוד ושדר נוסף כבר חוזר ויוצר תגובה – כך למשל, נזיז את היד מן המגהץ עוד לפני שהבנו בכלל שנגענו במשהו חם – זהו רפלקס.

פעילות תקינה של הרפלקס, מותנית בפעילות תקינה של מערכת העצבים.



עצבים קרניאליים

12 זוגות עצבים היוצאים מהמוח עצמו ולא מחוט השדרה ומעצבבים את איזור הראש והצוואר:

- 1 Olfactory - עצב הריח.
- 2 Optic - מעביר תחושת ראייה מגלגל העין.
- 3 Oculomotor - מעצבב שרירים המניעים את גלגל העין ומשנים את גודל האישון.
- 4 Trochlear - מעצבב שריר מסוים המניע את גלגל העין.
- 5 Trigeminal - מעביר תחושה מהפנים ומעצבב את שרירי הלעיסה, הנשיכה והבלעיה.
- 6 Abduces - מעצבב שריר מסוים המניע את העין.
- 7 Facial - מעצבב את רוב שרירי הפנים ובלוטת הדמעות, אחראי על תחושת הטעם ברוב הלשון.
- 8 Vestibulocohlear - אחראי לשמיעה ושיווי המשקל.
- 9 Gloss pharyngeal - בלוטות רוק וטעם מהלשון.
- 10 Vagus - העצב התועה - מעצבב ומעביר תחושה משרירים בלוע ובגרון, ואחראי למערכת הפאראסימפטטית.



11- Accessory – מעצבב שרירים בצוואר וגב עליון (כמו הסטרנוקלידומסטואיד).

12- Hypoglossal – מעצבב את שרירי הלשון המסייעים לבליעה ולהשמעת קולות.

עצבים ספינאליים spinal nerves :

יוצאים מחוט השדרה ומתפצלים ל-2 מסלולים :

מסלול מוטורי (מעביר הוראות) מהמוח אל איברי הגוף. נמצא בחלק הקדמי של עמוד השדרה.

מסלול סנסורי : מקבל תחושות מהסביבה ומעביר שדר למוח. נמצא בחלק האחורי של עמוד השדרה.

מקרים:

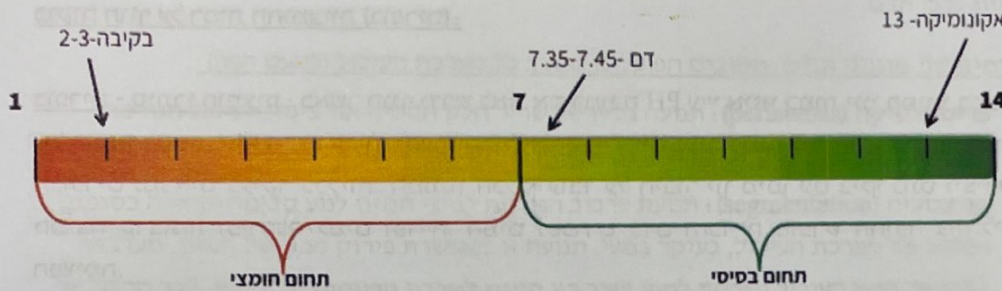
11. עצבים חולקים סוגיות עצמיות ואלו שחלקן נמצאים במחלקים אחרים.

- 1- Cerebrum - חלק מוח
- 2- Cerebellum - חלק מוח
- 3- Medulla oblongata - חלק מוח
- 4- Pons - חלק מוח
- 5- Medulla oblongata - חלק מוח
- 6- Spinal cord - חלק מוח
- 7- Spinal cord - חלק מוח
- 8- Spinal cord - חלק מוח
- 9- Spinal cord - חלק מוח
- 10- Spinal cord - חלק מוח



מאזן חומצה - בסיס

PH - ערך המבטא את ריכוז יוני המימן בתמיסה. ה-pH נע בין 0 ל 14, כאשר 0 הוא החומצי ביותר ו 14 הוא הבסיסי ביותר. pH=7 הינו ניטרלי.



חומר חומצי- חומר שבסביבה מימית ישחרר יוני מימן. ככל שיש יותר יוני מימן (+H) בתמיסה - התמיסה חומצית יותר.

חומר בסיסי- חומר שבסביבה מימית ישחרר יוני ההידרוקסיד. ככל שיש יותר יוני ההידרוקסיד (OH-) התמיסה בסיסית יותר.

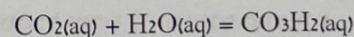
שני היונים הללו קובעים את מידת החומציות או הבסיסיות של התמיסה.

כאשר משלבים את שני היונים יחד, מקבלים מולקולה מוכרת מאוד - H_2O - מים, חומר ניטרלי. מכך נובע ש- $H+OH=H_2O$

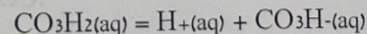
תמיסה ניטרלית, היא תמיסה שבה כל יוני המימן נוטרלו ע"י יוני ההידרוקסיד או להפך, כלומר- קיימים בה רק מולקולות מים.

מאזן חומצה בסיס בגוף האדם

בתהליך הנשימה התאית מופק פחמן דו חמצני (CO_2). הפחמן הדו חמצני מבצע תגובה כימית בדם יחד עם המים ויוצר חומצה קרבנית (CO_3H_2) בתגובה באה:



החומצה הקרבנית הינה מולקולה שבתמיסה מימית משחררת יוני מימן, דבר שמקנה לתמיסה תכונות חומציות. בנוסף, ליוני המימן המשתחררים בתגובה של החומצה הפחמנית והמים, משתחררים גם יוני ביקרבונט (CO_3H-) המהווים "בופר" הנוגד את החומצה בגוף האדם.



לכן, ככל שריכוז הפד"ח בדם עולה כך רמת הPH יורדת והחומציות עולה.

סוגי הפרעות במאזן חומצה בסיס:

חמצת רספירטורית- הפרעה הגורמת כתוצאה מאי ספיקה נשימתית.

חמצת מטבולית- גרמת מירידה בפרפוזיה לרקמות הגורמת לעלייה חריפה בחומציות התא. (יכול להגרם במהלך דום לב, הלם)



בססת רספירטורית - נגרם כתוצאה מאוורור יתר של הריאות, לרוב הרקע לכך הוא מצבי חרדה וסטריס נפשי.

בססת מטבולית - נובעת מאובדן מסיבית של חומצות יכול להגרם מהקאות ממושכות ובגלל הזרקה לא מבוקרת של סודיום ביקרבונט.

פיקוח הגוף על רמות החומציות (בופרים):

בופרים - סותרי חומצות: כאשר הגוף נדרש לאזן את רמת ה PH ע"י איזון כמות יוני המימן במצב של חמצת/בססת, הוא מבצע ספיגה והפרשה של אלקטרוליטים בעזרת מנגנונים הנקראים בופרים. הבופרים נמצאים בעיקר בכליות. המנגנון הכללי עובד על חיבור יון מימן עם ביקרבונט ויצירת חומצה קרבונית ופירוקה למים ופד"ח. המים נספחים בדם והפד"ח מופרש החוצה בתהליך הנשימה.

ישנו פיקוח ללא התערבות המוח ופיקוח בהתערבות המוח:

1. פיקוח ללא התערבות המוח:

יוני מימן H^+ הם יונים חיוביים והם מהווים יונים עם פוטנציאל קישור למולקולות שליליות שזקוקות ליוני המימן האלה בכדי להשלים את עצמן בתוך התא. החסרון של פיקוח זה הוא שיש מגבלה של מולקולות הזקוקות ליוני המימן וכאשר יש יותר יוני מימן חופשיים ממולקולות הזקוקות להן - יוני המימן יוצאים מהתא, נכנסים לזרם הדם ומורידים את ה PH. בשלב זה נכנסים לתפקיד מנגנוני הפיקוח בהתערבות המוח.

2. פיקוח בהתערבות המוח:

כמורצפטורים במוח ובקשת האאורטה אשר מודדים באופן רציף את ריכוז יוני המימן וה- CO_2 בדם ומעבירים את המידע למוח. כאשר המוח מקבל מידש כי יש עודף חומציות בדם, הוא מפעיל מערכות בופר בהם משתתפים הביקרבונט, הבופר הנשימתי והשתן.

- בופר הביקרבונט- כפי שהראנו בעמוד הקודם, ביקרבונט הוא יון שמסוגל להתחבר ליוני המימן ולסתור אותם בהפיכה שלהם ל- CO_3H_2 .

- הבופר הנשימתי- ה CO_3H_2 לא יציב, ולכן הבופר הנשימתי משיב את ה CO_3H_2 ל H_2O ול CO_2 שיוצא בסוף באמצעות מערכת הנשימה.

מערכת השתן יכולה לווסת יציאה של מיימנים וביקרבונט מהגוף באמצעות השתן.



מערכת העיכול

Digestive System

תפקיד המערכת הוא לפרק ולספוג את המזון לתוך מערכת הדם. הפירוק מתבצע בצורה מכאנית על ידי גריסה ובצורה כימית על ידי אנזימי עיכול. רק לאחר הפירוק הכימי מתבצע תהליך ספיגת המזון לכלי הדם.

קיימים שני מגנוני תנועה חשובים הפועלים לאורך כל מערכת העיכול (למעט הפה):

- **פריסטלטיקה (peristalsis):** תנועה גלית של שריר חלק המקיף את צינור העיכול הגורמת ל"דחיפה" של גושי מזון (שנקראים גם bolus) במורד צינור העיכול.
- **סגמנטציה (segmentation):** תנועת ערבוב הגורמת לגושי המזון לנוע קדימה-אחורה בסגמנט מסוים של מערכת העיכול, בעיקר במעי. תנועה זו מאפשרת פירוק מכני של המזון, מערבבת אותו עם מיצי העיכול וגורמת למגע ישיר בין המזון לשכבת הפנימית של המעי, דבר המקל על הספיגה.

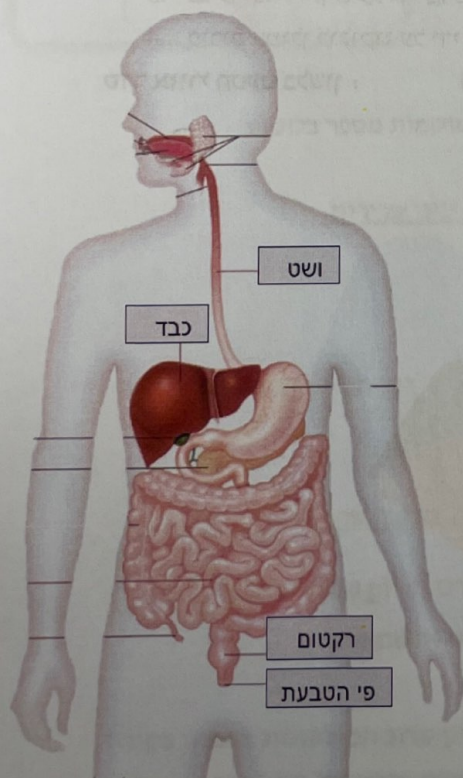
גבולות הבטן

קדמי – שרירי הבטן.

אחורי – עמ"ש ושרירי הגב.

תחתון – עצם האגן.

עליון – סרעפת.



איברי המערכת ומסלול מעבר המזון בגוף

חלל הפה - ORAL CAVITY



בפה מתבצע פירוק מכאני של המזון. בפה המזון עובר תהליך ריסוק ועירבוב ע"י השיניים, הרוק והלשון עד ליצירת עיסת מזון לעוס הנקראת בולוס.

בלוטות רוק –

ברירית המצפה את חלל הפה פזורות בלוטות רוק מיקרוסקופיות רבות, המפרישות רוק באופן קבוע לחלל הפה ושומרות על רטיבותו.

מחוץ לחלל הפה קיימים שלושה זוגות של בלוטות רוק גדולות המייצרות כליטר רוק ביממה.

זוגות הבלוטות נקראות:

1. Parotid – נמצאות בזווית הלסת הקדמית לחלק התחתון לאוזן.

2. Submandibular Glands – נמצאות מתחת לסת.

3. Sublingual Glands – נמצאות מתחת ללשון.

תפקיד הרוק:

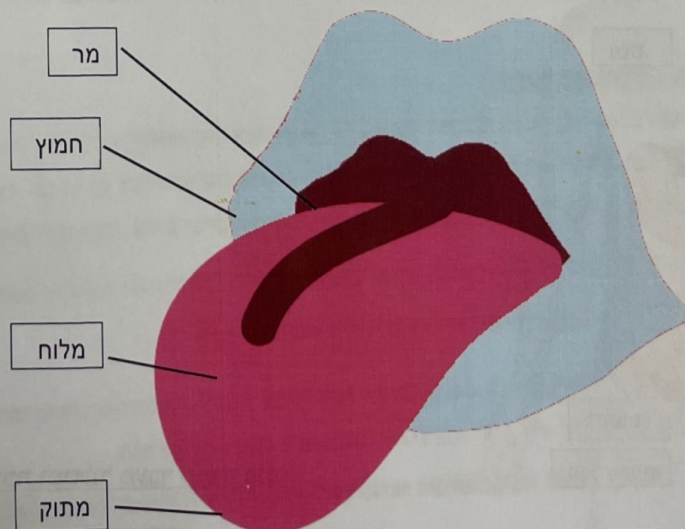
1. הרטבת המזון

2. הגנת השיניים וניקיון.

3. פגיעה בחיידקים על ידי מרכיבים של מערכת החיסון הנמצאים ברוק.

4. פירוק עמילן לגלוקוז על ידי אנזים הנקרא עמילז המופרש ברוק.

סדר אזורי הטעם בלשון :



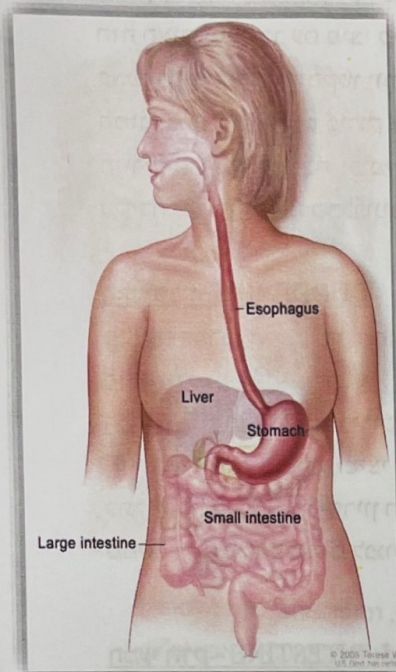
ושט (esophagus) – צינור בעל דופן שרירית באורך של 25 ס"מ, המתחיל בחלקו התחתון של הלוע, עובר בבית החזה דרך הסרעפת, נכנס לתוך חלל הבטן ושם מתחבר לקיבה.



שני קצוות הוושט סגורים על ידי שרירים טבעתיים (ספינקטרים- שוערים):

1. ספינקטר עליון: מונע כניסת אוויר לוושט בזמן נשימה
2. ספינקטר תחתון: המקום בו הוושט חוצה את הסרעפת.

הספינקטר התחתון משהה מעט את המזון לפני כניסתו לקיבה. מונע חזרת חומצה מהקיבה. במצבים בהם הוא לא מתפקד כראוי יש חזרת חומצה מהקיבה לוושט אשר גורמת לתחושת הצרבת. גלי ההתכווצות וההרפיות לאורך הוושט המניעים את המזון לקיבה נקראים גלים פריסטלטיים. גם כוח הכבידה מסייע במעבר המזון במורד הוושט, אולם הגלים הפריסטלטיים חזקים כל-כך שיש בכוחם להסיע מזון אל הקיבה גם כאשר אנו במצב מאוזן.



קיבה - STOMACH

ממוקמת בצידו השמאלי העליון של חלל הבטן, מתחת

לסרעפת. הקיבה מצופה שכבה רירית עבה. שכבה זו (האפיתל)

מורכבת מקפלים וחריצים רבים (gastric pits) אשר בתוכם ממוקמות מספר בלוטות אקסוקריניות המפרישות מיצי קיבה.

חיצונית לשכבה הרירית ישנה שכבת שריר המורכבת משלושה סוגי שרירים:

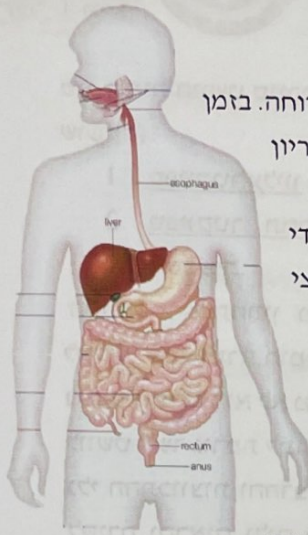
1. שכבת שריר אורכית
2. שכבת שריר מעגלית (נמצאות בכל צינור העיכול)
3. שכבת שריר אלכסונית ייחודית לקיבה (oblique layer).

מבנה זה נותן לקיבה את היכולת להתכווץ בחוזקה ובזווית שונות, דבר המייעל מאוד את תנועת הלישה.

פעולות השרירים בקיבה מערבות היטב את המזון עם הפרשות הקיבה שהן:

- חומצה הידרוכלורית (HCL) – תפקידה להוריד את ערכי ה-pH של מיץ הקיבה
- אנזימים, כמו: פפסין (פירוק חלבונים), ליפז קיבתי (פירוק שומנים).
- ריר – מגן על רירית הקיבה מפני חומציות.

מרכיבי מזון יחידים בלבד נספגים לדם ישירות מן הקיבה, מכיוון שרוב המולקולות מהמזון בקיבה עדין גדולות מדי, ואינן יכולות לעבור דרך דופן הקיבה אל הדם. אלכוהול הוא אחד החומרים הבודדים שיכול לעבור אל הדם ישירות.



תהליך ריקון הקיבה לוקח בין 2-6 שעות (תלוי בכמות וסוג המזון) לאחר ארוחה. בזמן הזה האוכל מעורבב עם מיצי קיבה ויוצר תערובת צמיגה המועברת לתריסריון באיטיות (עקב קוטרו הקטן יותר ועל מנת שלא לגרום לחץ עליו). המזון בקיבה עובר גם פירוק מכאני וגם פירוק כימי. פירוק מכאני על ידי השרירים הנמצאים בה וכימי על ידי האנזימים (פפסין) שנמצאים במיצי הקיבה המפרקים את החלבונים שבמזון לחומצות אמיניות.

התריסריון DUODENUM

ממוקם במרכז חלל הבטן. מהווה את 25 הסנטימטרים הראשונים של המעי הדק. צורתו כצורת C.

תפקידו: סיום תהליך פירוק אבות המזון. אל התריסריון זורמים מיצים מהלבלב ומכיס המרה (מיצי לבלב ומיצי מרה) שתפקידם לפרק שומנים ולבסס את הסביבה בתריסריון (ה PH בתריסריון הוא 7.5-8.8) לעומת הקיבה, דבר שיאפשר את פעולת האנזימים וימנע ממיצי הקיבה החומציים לפגוע בדופן המעי.

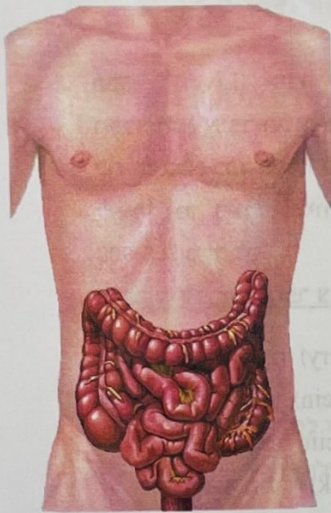
המעי הדק - SMALL INTESTINE

צינור מפותל מאוד הממוקם במרכז חלל הבטן. אורכו כ- 6.5 מ' (מתוח כשהוא רפוי), וקוטרו הממוצע 2.5 ס"מ. הדופן הפנימית בנויה מכפלים ועל פני כל שטח ישנן בליטות רבות הנקראות **VILLI** - סיסים המגדילות את שטח הפנים של המעי בערך פי 600. קיימת רשת נימים ענפה מאוד, העוטפת כל חלק במעי, ולבסוף מתאגדת חזרה ל- **portal vein** וריד מרכזי שמכיל את כל תוצרי הפירוק.

תוספת: איבר הנמצא בין המעי הדק למעי הגס, בעבר שימש בעיקר לעיכול תאית (הנמצאת בצמחים) אך עם האבולוציה התנוון.

מה זה Portal Vein?

Portal vein זה כלי דם שלא עונה על ההגדרה של וריד (הובלת דם מאיברים לכוון הלב) אלא מחבר בין שני איברים (בין המעי לכבד). התפקיד של portal vein הוא לא לספק דם עני בחמצן ללב, אלא להעביר דם מלא בתוצרי פירוק מזון לאיבר אחר שסופג אותם (הכבד). קיימת מערכת שלמה הנקראת portal vein system שמחברת בין איברי מערכת העיכול. חשוב להבין ש portal vein לא קשור להובלת חמצן, ולכן לאיברים עם portal vein יש גם וריד ועורק ראשיים.



דלקת בתוספתן (אפנדיציטיס) הינה דלקת הנגרמת מחסימה בנקודת המוצא של התוספתן, לרוב משאריות מזון או צואה שנתקעו או מהתנפחות של בלוטות לימפה באזור. חסימת מוצא התוספתן מביאה להתרבות חיידקים וגורמת לדלקת חריפה.

המעיים הגס - LARGE INTESTINE

אורכו 1.5 מטרים, וקוטרו 6.5 ס"מ. התפקיד העיקרי של המעי הגס הוא הפרשת השאריות שמערכת העיכול מייצרת. כליטר וחצי מתוכו הנוזלי של המעי הדק נכנס מדי יום למעי הגס, אך רק חלק קטן ממנו הן שאריות מזון. העיסה העוברת אל המעי הגס מורכבת ממים, משאריות מינרלים, ממיליונים של חיידקים, מתאים מתים שמתקלפים מציפוי צינור העיכול, מתאית (שאינה ניתנת לעיכול) ומסיבים תזונתיים.

המעיים הגס אינו מפריש אנזימים, אם כי הוא מייצר ריר, שמשמש כחומר סיכה ומקל על תנועת הצואה. המעי הגס סופג מים מן החומר הצוואתי, והופך אותו מנוזל למוצק (בד"כ כליטר ורבע מים ביום). כמו כן סופג המעי הגס אלקטרוליטים כמו יוני נתרן (Na), אבץ (Zn), סידן (Ca) ומגנזיום (Mg) וכן ויטמין K.

מיליוני החיידקים המגיעים אל המעי הגס מהמעיים הדק אינם מזיקים לגוף כל עוד המעי תקין. הגז במעי – התססה של חומרי מזון אחדים על ידי חיידקי המעי עלולה להביא ליצירת כמויות גדולות של גז מעי. אדם מייצר בממוצע כחצי ליטר של גז מדי יום. הגזים המיוצרים במעי מכילים חנקן, פחמן דו חמצני, כמויות קטנות של מתאן ושל מימן. גזים אלו נטולי ריח, אך ישנם גזים המיוצרים במעי ומכילים גם את הגז שריחו רע- סולפיד המימן. מאכלים אחדים, כמו קטניות, מגבירים את ייצור הגז במעי.

חלחולת - (Rectum) חלקו הסופי של המעי הגס. מחובר לפי הטבעת דרך צינור קטן ודק. הרקטום משמש לאגירת הפסולת הנוצרת במעי הגס עד להפרשתה כצואה, נשלט ע"י שרירים רצוניים ושרירים בלתי רצוניים.

פי הטבעת - Anus

אורך תעלת פי הטבעת כ- 3.5 ס"מ. זהו סוף צינור העיכול, והוא עובר דרך הרצפה השרירית של האגן. מוקף שרירים טבעתיים חזקים.



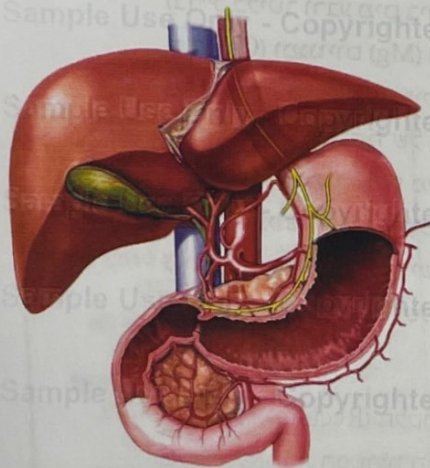
איברי עזר למערכת העיכול

כבד- (Liver) איבר מלא בדם הנמצא בחלל הבטן העליונה מצד ימין מתחת לסרעפת. הכבד הוא איבר חשוב ביותר המבצע תפקידים רבים ומגוונים בגוף. משקלו כ- 1.5 ק"ג. לא ניתן לחיות ללא כבד אפילו לא לתקופה קצרה ועדיין לא הומצאה מכונה שמסוגלת להחליף את הכבד לאורך זמן. בנוי מאוניות רבות שבניהן עוברת רשת מסועפת ועשירה של כלי דם. איבר זה מכיל כ- 800-900 מ"ל דם.

לכבד מחוברים מספר צינורות:

1. עורק הכבד (Hepatic Artery) מספק דם עורקי לכבד.
2. וריד הכבד (Hepatic Vein) מנקז דם ורידי מהכבד.
3. וריד השער (Portal Vein) מספק דם ורידי לכבד.
4. צינור המרה (Common Bile Duct) הוא צינור המוביל מרה, הנוצרת בכבד לכיס המרה ולתריסריון.

תפקידי הכבד העיקריים:



1. **נטרול רעלים** – הכבד מנטרל רעלים שהגוף מייצר וכן תרופות שונות. הכבד משמש כמעין מסנן לדם העובר דרכו. הדם בווריד השער מכיל חומרי רעל שונים. חומרים אלו עוברים דרך הכבד, הכבד מסנן ומנטרל אותם ובכך מונע את כניסתם למחזור הדם. הבילירובין נוצר בגוף בתהליך של פירוק תאי דם אדומים זקנים. זהו חומר בעל צבע צהוב הרעיל בריכוז גבוה לרקמות הגוף (בעיקר למוח תינוקות) והוא מנוטרל ומופרש **למרה** על ידי הכבד.
2. **ייצור והפרשת מרה** – תאי הכבד מייצרים מיץ מרה ומפרישים אותו לתריסריון דרך צינורות המרה. מיץ המרה הוא בסיסי מפני שעליו לסתור את החומציות של המזון המגיע מהקיבה.
3. **ייצור חלבונים הנמצאים בדם חדש** – תאי הכבד מייצרים חלבונים הנמצאים בפלזמה כמו פקטורי הקרישה וחלבון הנקרא אלבומין. חוסר תפקוד של הכבד יגרום להפרעות בקרישת הדם ולדימומים בשל חסר בפקטורי קרישה ולבצקת בגלל חוסר באלבומין.



4. אגירת חומרים חיוניים – משמש כמרכז לחילוף חומרים, הכבד אוגר חומרים חיוניים

כגון:

- גלוקוז – נאגר על ידי חומר תשמורת בשם גליקוגן אשר מתפרק לגלוקוז במצב של צום ובכך שומרים על רמת סוכר קבוע בדם
- שומנים
- וויטמינים
- ברזל
- חומצות אמינו

5. אגירת דם וייצור כדוריות אדומות במצבי דחק – הכבד מכיל כחצי ליטר של דם שניתנים

לשימוש של הגוף במצבים בהם יש איבוד דם. בנוסף לכך לכבד יכולת ייצור של כדוריות דם אדומות אך לא בצורה יעילה כמו של מח עצם.

בכל הפעילויות הנ"ל נוצר חוס ולכן מסייע הכבד לשמירה על ההומיאוסטזיס. בנוסף תאי הכבד מייצרים כליטר מרה ביום, דבר התורם לתהליך העיכול. הכבד גם מייצר כמחצית מן הכולסטרול בגוף. כל שאר הכולסטרול מקורו במזון שאנו אוכלים.

בילירובין: נוצר בגוף בתהליך פירוק תאי דם זקנים. זהו חומר בעל צבע צהוב הרעיל לרקמות הגוף כאשר מצוי בריכוז גבוה. חומר זה מנוטרל ומופרש למרה על ידי הכבד. במערכת העיכול עובר חומר זה שינוי כימי על ידי חיידקי מעיים ומקבל צבע חום- צבע הצואה. **הצטברות בילירובין בגוף גורמת לתופעת הצהבת (צביעת העור והריריות בצהוב).**

כיס המרה (gallbladder):

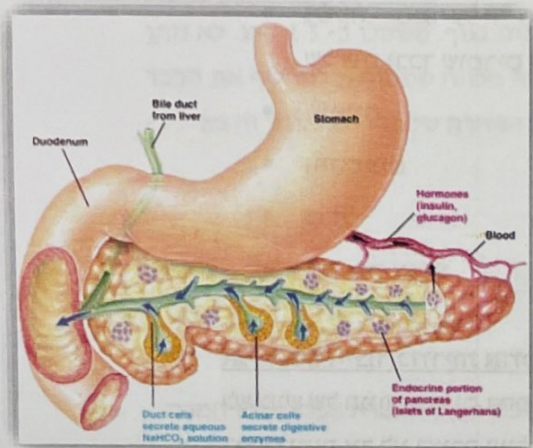
כיס קטן הממוקם בחלקו האחורי של הכבד. תפקידו אגירת מיצי מרה המיוצרים בכבד והפרשתם לתריסריון. תפקידו של נוזל המרה הוא לפרק מולקולות שומן קשות לפירוק ולחלק אותן למקטעים קצרים יותר בעלי שטח פנים גדול יותר הנוחים יותר לפירוק עבור האנזימים השונים בתריסריון (חלקם מגיעים ממיץ הבלב).

טחול - SPLEEN

הטחול מהווה את המסה הגדולה ביותר של רקמת לימפה בגוף. בטחול נמצאים סוגים שונים של תאים לבנים העוסקים בלכידת גורמים זרים המגיעים אליו דרך זרם הדם. אל הטחול מגיעה



כמות דם גדולה ולכן משמש כפילטר של מערכת החיסון המסנן את הדם. בנוסף לתפקידו, הטחול משמש כ"בית קברות" לתאי דם אדומים וקנים הנבלעים על ידי מאקרופאגים. לטחול גם יכול לייצר תאי דם אדומים במידת הצורך.



בלב - PANCREAS

הבלב נמצא מאחורי הקיבה, מתחת לכבד ומתחבר לצינור המרה ולתריסריון. אורכו כ-15 ס"מ ומשקלו כ-60 גרם. הבלב הוא 2 בלוטות שונות שהתאחדו למבנה אנטומי אחד:

בלוטה אנדוקרינית: 2% מתאיו, מרוכזים ב-1-2 מליון איים הנקראים 'איי לנגרהאנס', אשר התאים השונים באיים מייצרים הורמונים (בעיקר אינסולין וגלוקגון).

הבלוטה אחראית על הפרשת ההורמונים אינסולין וגלוקגון ישירות לדם. אינסולין הוא הורמון המגביר את ספיגת הסוכר בתאי הגוף ובכך מצמצם את תכולת הסוכר בדם, ואילו ההורמון גלוקגון מגביר את שחרור הסוכר מן הכבד כשרמת הסוכר בדם נמוכה מדי.

בלוטה אקסוקרינית: 98% מתאיו. מפרישה מיצי לבלב לתריסריון דרך צינור הבלב.

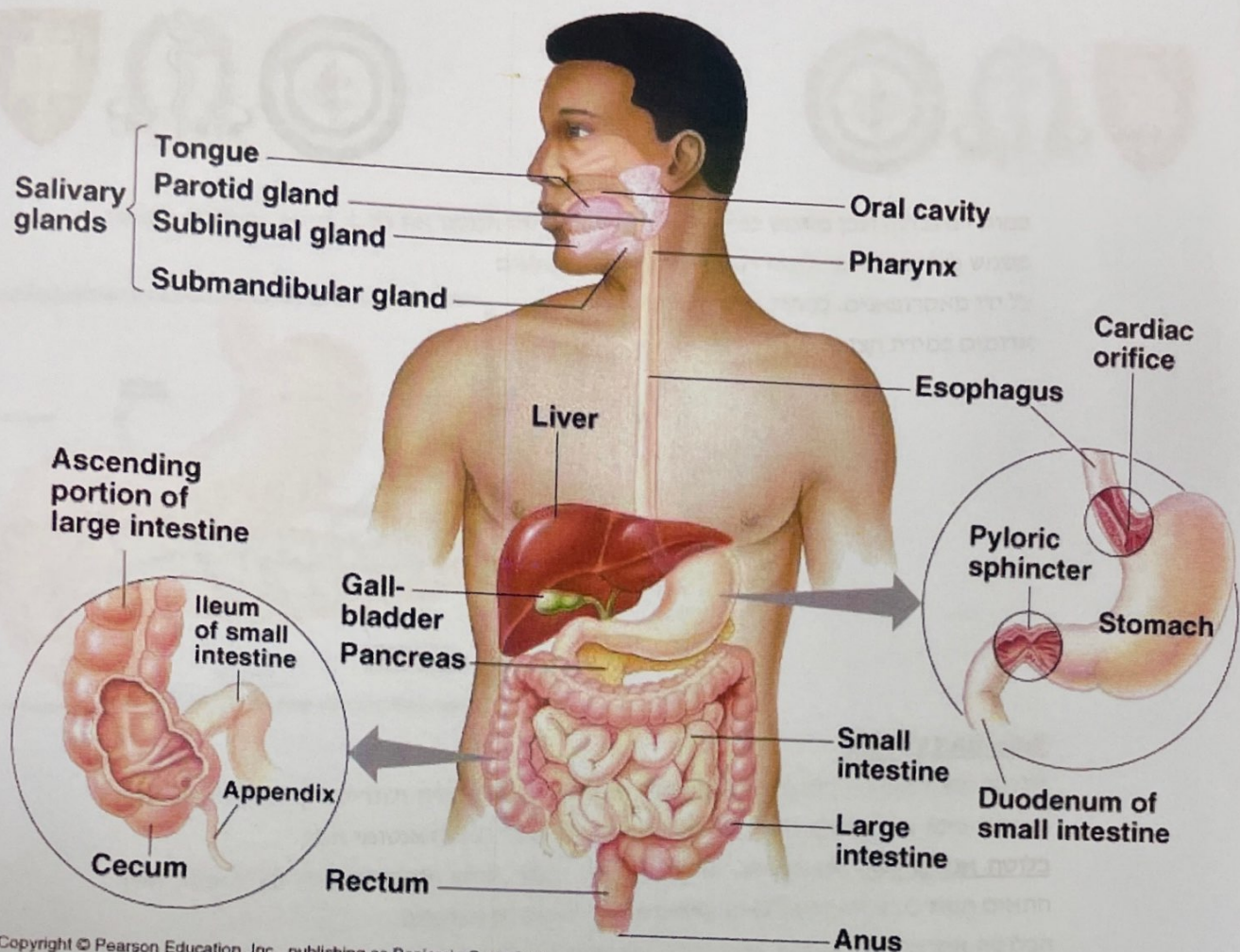
הבלב מפריש ביום כ-1-0.5 ליטר מיץ לבלב אל התריסריון דרך צינור הבלב. מיץ הבלב הוא נוזל בסיסי המכיל ביקרבונט, כמו כן הוא מכיל 4 אנזימים עיקריים: עמילז (פירוק פחמימות), טריפסין וכימוטריפסין (פירוק חלבונים) וליפאז (פירוק שומנים).

- עמילאז – מפרק עמילן לגלוקוז (יעיל יותר מאשר הפירוק עמילן הראשוני ברוק)
- ליפאז – מפרק ליפידים (שומנים) לחומצות שומן
- טריפסין – מפרק חלבונים לחומצות אמינו

קרום הצפק - PERITONEAL MEMBRANE

הוא הקרום האחראי לתמוך ולאגד את כל איברי המערכת, דרכו עוברים כלי דם גדולים מאוד המזינים את המערכת.

זיהום בקרום הצפק (peritonitis): תהליך דלקתי בו נוזל חודר אל תוך חלל הצפק, בדרך כלל כתוצאה מזיהום המתפשט מאיבר המזוהם בבטן. עלול להתפשט במהרה לדם ואל איברים נוספים.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Duodenum - תריסריון
 Liver - כבד
 Gall - bladder - כיס המרה
 Small intestine - המעי הדק
 Large intestine - המעי הגס
 Appendix - תוספתן
 Rectum - המעי הישר
 Anus - פי הטבעת
 Duodenum - תריסריון
 Liver - כבד

Oral cavity - חלל הפה
 Salivary glands - בלוטות רוק
 Tongue - לשון
 Parotid gland - בלוטת רוק (מצד האוזן)
 sublingual gland - בלוטת הלשון
 Submandibular gland - בלוטת רוק תת הלסת
 Pharynx - לוע
 Esophagus - ושת
 Stomach - קיבה
 Cardiac orifice - פתח הקיבה
 Pyloric sphincter - שוער הסוגר של הקיבה



מערכת ההפרשה

Kidneys כליות

אורכן כ-12 ס"מ, רוחבן 7 ס"מ. צורתן כצורת שעועית, ממוקמות משני צידי עמוד השדרה, צמודות לקיר האחורי של חלל הבטן, בגובה הגב התחתון. הכליה הימנית נמוכה מעט מהשמאלית, משום מיקומה מתחת לכבד.

תפקיד: סינון הדם מחומרי פסולת שנפלטו מרקמות הגוף וויסות מאזן הנוזלים בגוף ע"י יצירת שתן. תפקוד הכליות הוא קריטי לשמירה על הומאוסטזיס (במיוחד לחץ דם). בנוסף, הכליה מייצרת הורמונים המגיעים אל זרם הדם:

א. **אריטרופואטין** - הורמון הדרוש לשם ייצור תאי דם אדומים במח העצם. חוסר בהורמון יגרום לאנמיה.

ב. **רנין** - הורמון שמטרתו לווסת את לחץ הדם. אם לחץ הדם יורד (לדוגמה בהתייבשות) גם לחץ הדם בעורק הכליה יורד. בתגובה לירידת לחץ הדם הכליה מפרישה רנין. הרנין גורם לייצור הורמונים אחרים המכווצים את העורקים ועל ידי כך מעלים את לחץ הדם.

ג. **ויטמין D** - הגוף יכול לקבל ויטמין D וגם לייצר אותו בעצמו. "קו הייצור" של ויטמין זה מתחיל בעור (תהליך הדורש את אור השמש), ממשיך לכבד ומסתיים בכליות. הויטמין מגביר את ספיגת הסידן והזרחן ממערכת העיכול ומעודד כניסת סידן וזרחן לעצם.

הנפרון: היחידה התפקודית בכליה המייצרת שתן. כל כליה מכילה כמיליון נפרונים.

שופכנים: 2 צינורות דקים המובילים שתן מאגן הכליה לשלפוחית השתן. הובלת השתן נעשית בתנועת פריסטלטיקה ולא על ידי כוח הכבדה. אורכם 25-30 ס"מ.

שלפוחית השתן: שק שרירי שתפקידו לאגור שתן ולפלוט שתן. השלפוחית מורכבת מ2 סוגרים, האחד לא רצוני (פנימי) והשני רצוני (חיצוני).

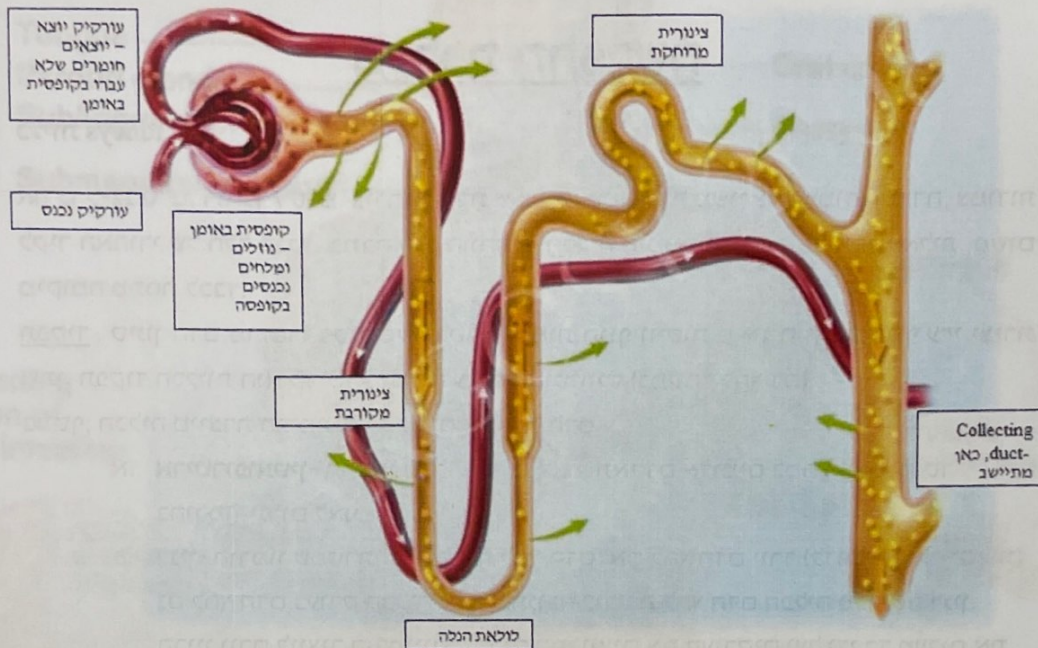
שלפוחית השתן של האישה קטנה משל גברים. נפח השלפוחית יכול להגיע ל- 700-800 מ"ל, אך תחושת הצורך להתפנות מגיעה כאשר נפח השתן ב- 400 מ"ל. יש התאמה בין המערכת והפראסימפתטית לסימפתטית.

המערכת ה**סימפתטית** גורמת לשלפוחית להרפיה - הסוגר הפנימי מתכווץ = עצירת שתן.

המערכת וה**פראסימפתטית** גורמת לשלפוחית להתכווץ, הספינקטר הפנימי מתרחב = השתנה.

השופכה: צינור המעביר שתן משלפוחית השתן אל מחוץ לגוף. אורך השופכה אצל גבר כ- 15 סנטימטר, אצל אישה כ- 4 סנטימטרים.

השתן יוצא מהכליות דרך השופכנים **URETERS** שיוורדים לאורך שני צידי עמוד השדרה, נכנסים לתוך חלל האגן ומתחברים אל שלפוחית השתן **URINARY BLADDER** הנמצאת בחלל האגן. מהשלפוחית יוצא השתן דרך השופכה **URETHRA**.



זיהום בדרכי השתן: חיידקים החודרים דרך השופכה לשלפוחית, מתיישבים בשלפוחית וגורמים לזיהום. הזיהום נפוץ יותר אצל נשים בגלל קרבת פי הטבעת לפתח השופכה.

שלבים ביצירת השתן:

1. סינון הדם: תנועת מים וחומרים אחרים מהדם דרך מחסום הסינון (מלוקולות חיוניות כמו חלבונים וגלוקוז ישארו בדם)
2. ספיגה חוזרת: המים והחומרים ממשיכים לחלק בנפרד בו שם מתבצעת ספיגה חוזרת לדם של מים ואלקטרוליטים חיוניים.
3. הפרשה: תנועת החומרים שהסתננו אל צינורית איסוף השתן ואל השופכנים.

בלוטת יותרת הכליה (אדרנל): בלוטה הנמצאת מעל הכליה בצמוד אליה.

מורכבת מ2 שכבות- החיצונית דואגת לייצור הורמונים שומניים והפנימית לייצור הורמונים חלבוניים.

חלק מההורמונים הנוצרים ביותרת הכליה הם:

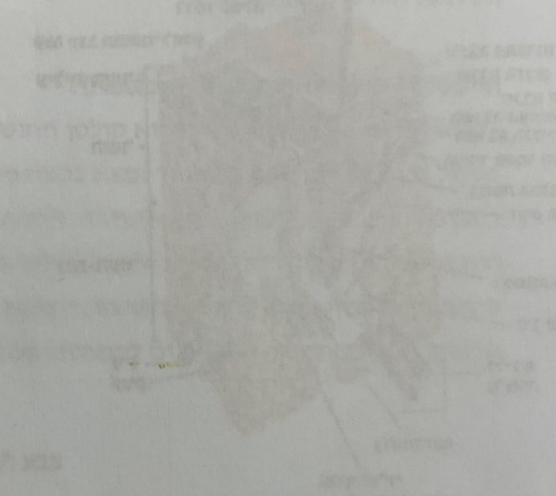
1. **אלדוסטרון** - הורמון הפועל על הכליה ומקטין את איבוד המים והמלחים בשתן ובכך תורם לעליות לחץ הדם.
2. **אדרנלין** - הורמון המופרש לדם במצבי לחץ נפשי או גופני. במצב לחץ האדרנלין פועל במקביל למערכת העצבים הסימפטטית ולשני המנגנונים יש השפעה דומה על האיברים. האדרנלין גורם להגברת תפוקת הלב והריאות, להגדלת קוטר דרכי הנשימה, להקטנת זרימת



הדם לעור (עור חיוור וקר), להזעה ועוד. כשמתרחש אירוע פתאומי מלחיץ, ניתן לחוש בקצב לב מהיר, בנשימות מהירות ועור קר וחיוור. (השפעות של המערכת הסימפטטית).

ADH הורמון אנטי משתן :

1. מיוצר בבולטת יותרת המוח ומופרש כאשר ההיפותלמוס במוח מרגיש ירידה בנפח המים בדם ובכמות הנוזלים בגוף. ההורמון מופרש אל הדם ומגיע דרך מערכת ההובלה אל הכליות. תפקיד ההורמון הוא לאפשר מעבר מים בחזרה אל זרם הדם ובכך לשמור יותר נוזלים בגוף.



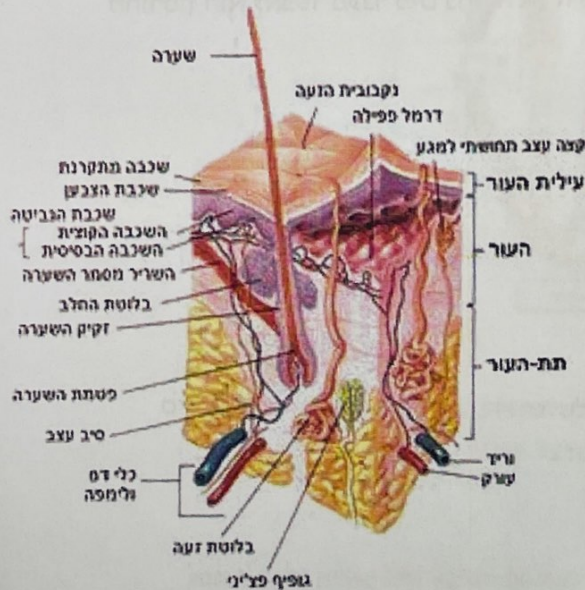


מערכת הכסות

מערכת הכסות אנטומיה ופיזיולוגיה - מערכת האיברים הגדולה ביותר בגוף

תפקידי העור:

1. התפקיד העיקרי - הומאוסטזיס, בידוד הפנים מהחוץ, שמירה על סביבה פנימית יציבה.
2. הגנה מפני חדירת מזהמים וכימיקלים, וטראומה מכאנית.
3. מניעת איבוד נוזלים ומלחים - שמירה על מאזן הנוזלים.
4. קליטת גירויים תחושתיים.
5. וויסות הטמפרטורה של הגוף על ידי שינוי כמות הדם הזורמת לעור ועל ידי הזעה.
6. ייצור ואיסחוס ויטמין D.



מורכב מ-3 שכבות:

1. **אפידרמיס (epidermis):** השכבה החיצונית של העור. רבדים צפופים של תאי אפיתל. לתאים הנמצאים בעומק האפידרמיס מבנה קובייתי, הם מתחלקים במהירות גבוהה והופכים לתאים שטוחים יותר הנמצאים קרוב יותר לחלקו העליון של העור ולבסוף נושרים.

תאי מלנין, מלנוציטים (Melanocytes) – תאים הנמצאים בתחתית האפידרמיס. תאים אלו מייצרים מלנין (חומר שצבעו שחור) והוא מועבר דרך השלוחות לשכבה העליונה של האפידרמיס ומקנה לעור את צבעו. חשיפה לשמש מגבירה את ייצור המלנין ולכן העור הופך לכהה יותר.

אין כלי דם ועצבים בשכבה זו.

2. **דרמיס (dermis):** מורכב רקמת חיבור חזקה ועבה. שכבה זו מכילה את בלוטות החלב, בלוטות הזיעה, עצבים, כלי דם, שורשי השיער ושרירי העור.
3. **תת העור, סאב קוטן (subcutaneous):** רקמת חיבור רופפת המורכבת בעיקר משומן ועובייה משתנה (בין אדם שמן לרזה), מחברת את העור עם הרקמות שמתחת. שכבה זו משמשת כמאגר אנרגיה וכשכבה מבודדת השומרת על חום הגוף.

בלוטות חלב (sebaceous glands) נמצאות בדרמיס על מרבית שטח הגוף. חלב, הוא החומר השומני המכסה את עורנו ושומר עליו מפני נזקים. החלב מפחית את איבוד המים לסביבה והתייבשות העור, מגן על העור מזיהום של חיידקים ופטטריות, תורם לריח של העור ומרכז אותו.



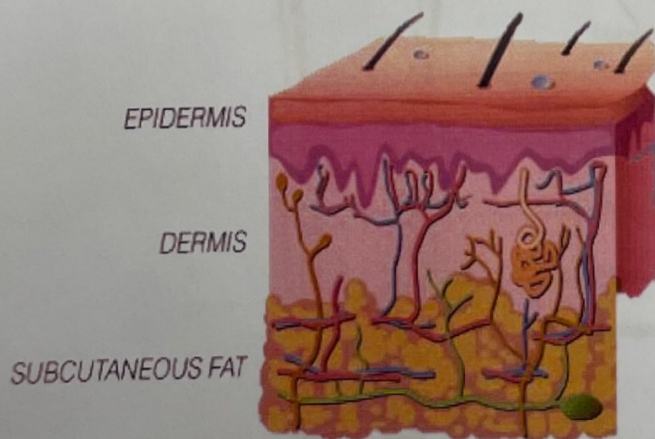
בלוטות זיעה (sweat glands) תפקידן- וויסות טמפרטורת הגוף – כשטמפרטורת הגוף עולה, כמות הדם המוזרם לעור עולה (עור נעשה סמוק וחם) והפרשת הזיעה גוברת. אידוי הזיעה מקרר את פני העור, בעקבות כך הדם המוזרם לעור מתקרר ולאחר מכן מקרר את שאר הגוף. בנוסף, בעזרת הזיעה מתבצע סילוק פסולת.

שיער (Hair) – סיב עשוי חלבון הצומח מזיק המצוי בשכבת הדרמיס. השערה בנויה בעיקר מתאי "קרטיין", בנוסף ממינרלים וויטמינים. תפקידי השיער- שמירת חום הגוף (באמצעות כליאת שכבת אוויר בין השערה לבין העור), הגנה והרחקת חיידקים מפתחי הגוף.

חיישנים – קולטני אזעקה (Nociceptors): "קולטן אזעקה" או נוקסיפטור, הוא קולטן תחושת השולח שדר לתחושת כאב, כתגובה לגירוי שעלול לפגוע ברקמה. הנוקסיפטור נמצא בקצה נירון סנסורי המגיב לנוק ברקמה, ושולח שדר למערכת העצבים המרכזית, לחוט השדרה, ולמוח. תהליך זה נקרא "Nociception". הנוקסיפטורים בדרך כלל שקטים ולא מושפעים מגירויים שגרתיים. כאשר ישנו גירוי העלול להוות סכנה לגוף, כגון: דקירה מחפץ חד, כימיקל מסוכן, או טמפרטורה קיצונית, הקולטנים גורמים לתחילת תהליך אשר יגרום להפעלת רפלקס הגנה מתאים.

צבע העור:

מספר גורמים משפיעים על צבע העור והחשובים בהם: כמות המלנין בעור, ריכוז ההמוגלובין בדם, ורמת הבילירובין. למרות ההשפעות הברורות של ההמוגלובין והבילירובין על צבע העור האחראי העיקרי הוא המלנין דווקא. המלנין ייווצר רק לאחר חשיפה מתמשכת לשמש ואילו אצל כהי עור הוא נוצר כל הזמן.



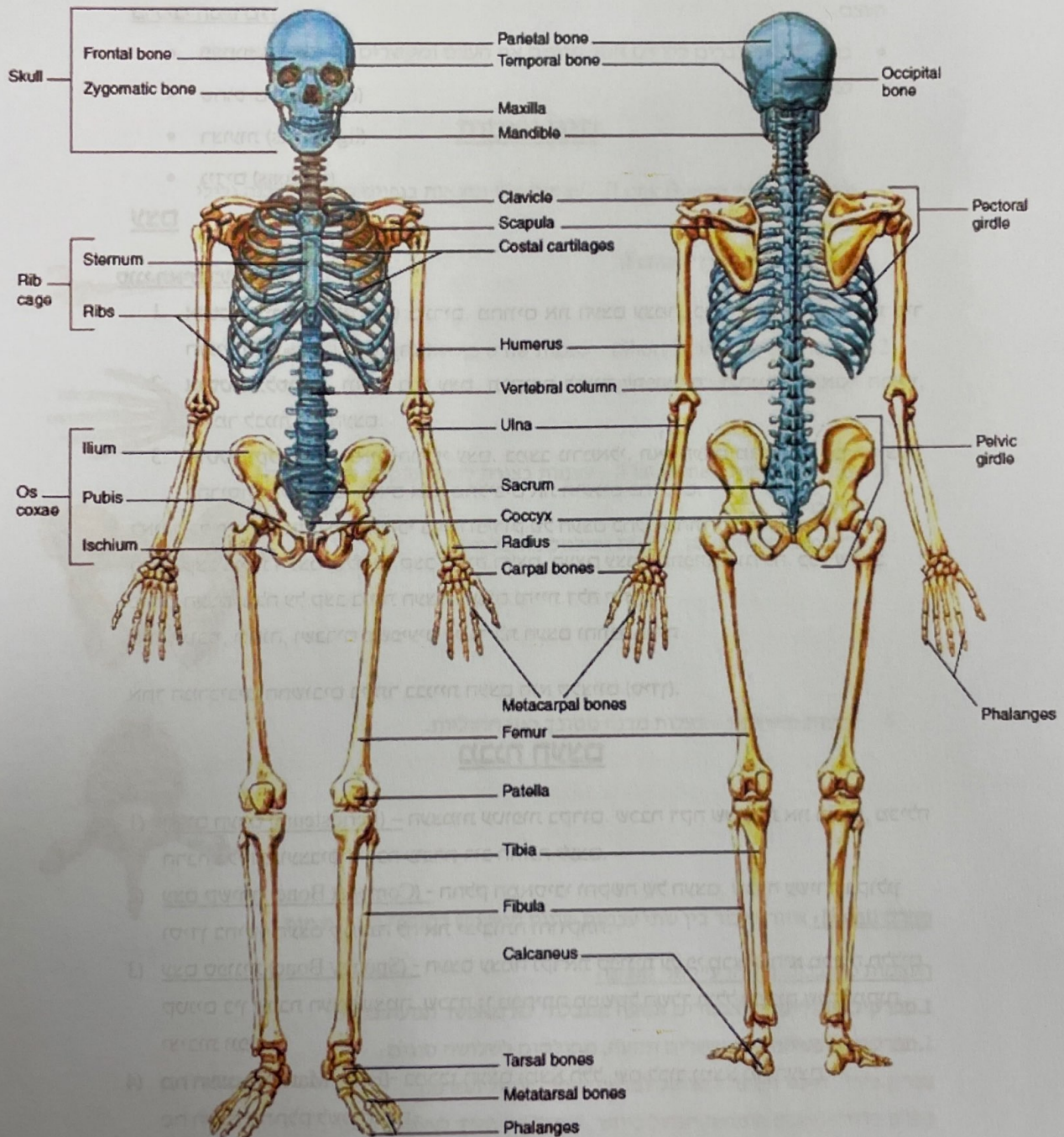


מערכת השלד

מערכת התנועה מורכבת משרירים ועצמות

תפקידי השלד: לשלד (Skeleton) כמה תפקידים:

1. **תמיכה ויציבות לרקמות הגוף** - צורת השלד יוצרת את צורת הגוף. איברי הגוף נמצאים בתוך מבני השלד (איברי בית החזה בתוך כלוב הצלעות) או מסביבם (גפיים).
2. **מנוף לתנועה** - העצמות הארוכות בגוף, המחוברות על ידי מפרקים, מאפשרות תנועה.
3. **הגנה על איברים פנימיים** - מכיוון שהעצמות קשות וחזקות, איברים פנימיים מוגנים מפני פגיעה חיצונית על ידי עצמות. כמו למשל רקמת המוח שהיא רכה וללא ההגנה של הגולגלת כל מכה בראש הייתה גורמת לפגיעה קשה; גם איברים בבית החזה (לב, ריאות), חלל הבטן (כבד, טחול) מוגנים על ידי עצמות.
4. **ייצור תאי דם** - בתוך העצמות (בעיקר בעצם האגן ובחוליות) נמצא מח העצם. זוהי רקמה המייצרת תאי דם.
5. **מאגר של מינרלים** - כמות גדולה של סידן וזרחן.





מרכיבי המערכת:

- עצמות
- סחוסים (cartilage)
- רצועות (ligaments)
- גידים (tendons)

עצם

סוגי תאים בעצם:

1. **אוסטאוציטים:** תאי עצם בוגרים. מהווים את העצם עצמה, כמו לבנים המהוות את קיר הבניין (אוס = עצם, ציט = תא).
2. **אוסטאובלסטים:** תאים בוני עצם. תפקידם להיות "הפועלים" ולהניח את אבני הבניין, כלומר לבנות את העצם.
3. **אוסטאוקלסטים:** תאים הורסי עצם. במצב נורמאלי, תאי העצם מזדקנים, לכן יש צורך בהריסתם וסילוקם. תאים אלה מחליפים את הישנים בחדשים.
לאורך כל חייו של אדם יש תהליכי בנייה ופירוק של העצם כחלק מהתחדשותה והתחזקתה.
ככל שקצב בניית העצם עולה על קצב פירוק העצם, העצם עצמה מתפתחת וגדלה. ככל שקצב פירוק העצם עולה על קצב בניית העצם, העצם נהיית דלה יותר.
אימון גופני, תזונה, ושבירים משפיעים על גדילת העצם והתפתחותה.
אחד המרכיבים החשובים ביותר בבניית העצם הוא קלציום (סידן).

מבנה העצם

- (1) קרום העצם (Periosteum) – העצמות עטופות בקרום. שכבה דקה שעוטפת את העצם, מכילה הרבה כלי דם ועצבים ודרכה עוברת רוב ההזנה לעצם.
- (2) עצם קשיחה (Compact Bone) – החלק המאסיבי והקשה של העצם. שכבה עשירה בקולגן וסידן בהיקף העצם שמקנה לה את יציבותה וחוזקתה.
- (3) עצם ספוגית (Spongy Bone) – העצם עצמה נקראת ספוגית על פי מראה, היא מכילה חללים קטנים בין שכבת העצם עצמה. שכבה זו מפחיתה ממשקל השלד בגלל המבנה שלה ומקנה יציבות ונפח.
- (4) **מח העצם (Bone Marrow)** – במרכז העצם נמצא חלל, שם לרוב נמצא מח העצם.
מח העצם מתחלק לשני סוגים:
 - מח עצם אדום - מכיל את כל סוגי תאי הדם בתהליכי הבשלה שונים.



- מח עצם **צהוב** - מורכב משכבת שומנים כמאגר אנרגיה למוצא אחרון. יכול לחזור להיות מח עצם אדום בעת הצורך (בעת חירום).
- מח העצם אחראי על ייצור תאי הדם (תאי דם אדומים, לבנים, טסיות דם) ומשתתף בהזנת העצם.
- בתוך העצם עוברים כלי דם אשר מזינים את העצם ומקשרים בין ייצור תאי הדם למערכת הדם.

סוגי עצמות

1. עצמות ארוכות (Long Bones) – עצמות אלו נמצאות בגפיים ויש להן מבנה גלילי ומאורך.
לדוגמא, עצם הירך (Femur).

2. עצמות קצרות (Short Bones) – עצמות שורש כף היד, שורש כף הרגל. יש להן מבנה קובייתי או מלבני.

3. עצמות שטוחות (Flat Bones) – עצמות בצורת לוח שתפקידן לספק הגנה לאיברים.
לדוגמא, עצמות האגן, עצמות הגולגולת והצלעות.

4. עצמות מיוחדות – בעלות מבנה מסובך כגון החוליות.


מפרק (Joint): אזור חיבור בין שתי עצמות שונות המשמש לתנועה בין העצמות.

העצמות מחוברות ביניהן ע"י שני סוגים:

1. **מפרקים צמודים** – מאפשרים תנועה מוגבלת/ לא מאפשר תנועה בכלל.
2. **מפרקים חופשיים** – מאפשרים תנועה, מחולקים לשלושה סוגים:
מפרק צירי – חופש תנועה המוגבל למישור אחד, למשל המרפק.
מפרק כדורי – חופש התנועה הגדול ביותר, למשל בין הירך לעצמות האגן.
מפרק אוכף – מאפשר תנועה דומה למפרק כדורי, למעט תנועת סיבוב על ציר, לדוגמה – כף היד



מפרקים המאפשרים החלקה בלבד - חוליות עמ"ש.

רקמת החיבור שעוטפת את כל המפרק בעלת קרום פנימי שמייצר נוזל סיכה (סינוביאלי) הממלא את החלל הבין-סחוסני

הידעת?!

מהם קליקים ("קנקסים") ? האם זה מסכן את המפרקים?

המפרקים מוקפים במעטפת גמישה המכילה נוזל (Synovia) ותפקידו לשמן את המפרק. בזמן מתיחה מותחים את המעטפת והיא משנה את לחץ הנוזל בתוכה. הנוזל מכיל גזים בעיקר דו תחמוצת פחמן (CO₂). כשהלחץ פוחת הם יוצאים החוצה בצורת בועות (כמו קולה). הקנקסים אינם מסכנים את הבראות – רק מראה שהמפרק תקין.

רצועה: הרצועה הינה רקמת חיבור המחברת בין עצם אחת לעצם השניה. זוהי רקמת חיבור צפופה, חזקה ולא אלסטית (לא מאפשרת תנועה, היא נועדה להישאר קבועה). תפקידה לשמור על המרחק בין העצמות, לייצב את המפרק ולאפשר תנועה רק בכיוונים מסוימים.

גיד: רקמת חיבור בין עצם לשריר.

הגיד הינו רקמת חיבור המחברת בין **עצם אחת לשריר** של העצם השניה. הגיד הוא המשכם של רקמות החיבור העוטפות את התאים, צורות תאי השריר והשריר כולו. כלומר, הגיד הוא רקמת חיבור ומהווה חלק מהשריר. ככל שהגיד עבה יותר כך הוא חזק יותר. תפקיד הגידים להעביר את המתח הנוצר בשרירים לעצמות.

סחוס:

הסחוס (Cartilage) הינו רקמת חיבור סיבית וצפופה הנמצאת במפרקים, בצלעות, באף, ועוד. הסיבים מונחים בין תאי הסחוס, כשחומר היסוד השקוף ממלא את כל המרווחים שבין התאים לבין הסיבים. לסחוס אין יכולת התחדשות ואין בו עצבים וכלי דם, לכן חומרי המזון מגיעים אליו בדיפוזיה דרך חומר היסוד השקוף.

תפקידי הסחוס:

1. בולם זעזועים ומקטין חיכוך מקומי בין העצמות.
2. מקור לבניית העצם - המודל הראשוני עליו נבנות העצמות: אצל העובר אין עצמות קיים רק סחוס שעם התפתחותו של העובר הופך לעצם בתהליך הנקרא התגרמות.
3. מחבר בין העצמות
4. גמישות



מערכת השריר

רקמת שריר היא אוסף תאים המסוגלים להתכווץ ולייצר תנועה או כוח. לשריר יש מנגנון ההופך אנרגיה המשתחררת מתהליכים כימיים לאנרגיה מכנית.

תפקידי השרירים:

1. תמיכה וכוח - להפעיל את תנועות הגוף ולייצר תנועות של מבנים בתוך הגוף.
2. שמירה על יציבות ותנוחה - תומכים ומייצבים את הגוף ביחד עם מערכת השלד.
3. עוזרים בוויסות חום הגוף.

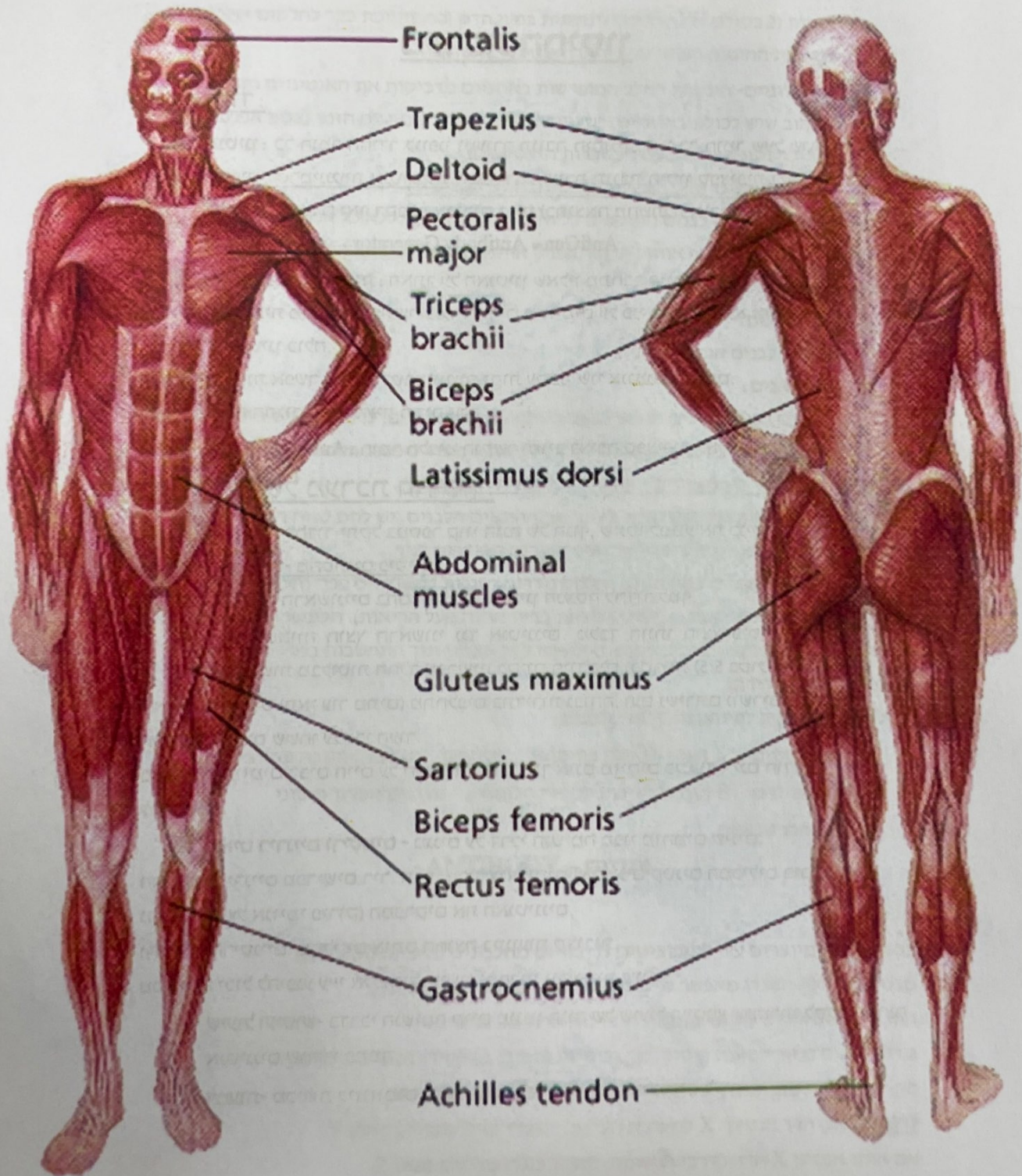
השרירים בגוף נחלקים ל-3 סוגים:

- (1) **שרירים חלקים (smooth muscle):** שריר שפעולותיו אינן רצוניות ולא ניתן לשלוט בו, מי שמשפיעה עליו היא מערכת העצבים האוטונומית (בלתי רצונית). פועלים לאורך זמן. לדוגמה: השכבה השרירית בכלי, השכבה השרירית בושט, בסמפונות.
- (2) **שרירים משורטטים, שריר שלד (skeletal muscle):** שריר רצוני שניתן לשלוט בו. מופעל ע"י מערכת העצבים הסומטית, הרצונית. פועלים לאורך זמן קצר יחסית. לדוגמה שרירי הרגליים הידיים, הצוואר. שרירים אלו, כמובן, מחוברים לעצם שאותה הם מזיזים כאשר הם מתכווצים.
- (3) **שריר הלב (cardiac muscle):** שריר שמבנהו כמו שריר שלד, כלומר שריר משורטט, אך מתפקדת כשריר חלק- בלתי רצוני. מושפע ממערכת העצבים האוטונומית (בלתי רצונית). אין אנו יכולים לשלוט בפעילות הלב. **שריר חזק הפועל לאורך זמן.**

שריר = sarco = myo = muscle

סיב שריר (myo fiber) מורכב מתאים מומחים בעלי יכולת התכווצות. מכיל את כל האברונים המצויים בכל תא רגיל, אך נמצאים בו כמויות גבוהות של מיטוכונדריה. נוסף על כך, בתא שריר מצויים שני חומרים חשובים:

- (1) **מיוגלובין** - מיוגלובין הוא חלבון קטן, המשמש לצד של ההמוגלובין לנשיאת חמצן העיקרי בתאי שריר. הזיקה שלו לחמצן אפילו חזקה יותר משל ההמוגלובין. כלומר הוא נמצא בתוך תא השריר ואוגר בו את החמצן המגיע מההמוגלובין בזרם הדם אל אותו שריר. בפעילות ממושכת השריר דורש הרבה חמצן. אם אין חמצן הוא מבצע נשימה אנאירובית (ללא חמצן) והתוצר של הנשימה האנאירובית היא חומצת החלב וזה ה"שריפה" והכאב שאנחנו מרגישים בשרירים.





מערכת החיסון

מונחי יסוד :

☒ **אנטיגן :** כל חומר החודר לגופנו ומעורר תגובה חיסונית, או כל חומר שעל שטח פניו יש מספיק דטרמיננטות אנטיגניות המעוררות יצירת תגובת חיסון ספציפית כנגדן. לדוגמה : חיידקים, נגיפים ואף רקמות איברים זרות (כתוצאה מהשתלת איבר).

AntiGen = Antibody Generator

☒ **דטרמיננטה אנטיגנית :** האתר על האנטיגן שאליו מתחבר הנוגדן. התגובה החיסונית מתבצעת למעשה כנגד אתרים מסוימים על פני האנטיגן ולא נגד מולקולת האנטיגן כולה. לעיתים רחוקות אפשר למצוא דטרמיננטות זהות על פני שני אנטיגנים שונים. במקרים אלה התגובה החיסונית תהיה זהה.

☒ **נוגדן - Antibody :** חומר חלבוני הנקשר ומגיב בצורה ספציפית לאנטיגן כלשהו.

קווי הגנה של מערכת החיסון :

אנטיגן אשר ינסה לחדור יתקל במספר קווי הגנה של הגוף, שינסו למנוע את כניסתו. קו ההגנה הראשון - מחסומים פיסיים :

אלו הם הגורמים הראשוניים בהם יתקל כל אנטיגן המנסה לחדור לגוף.

☒ **העור -** מהווה חוצץ הראשוני נגד אנטיגנים. מלבד היותו חוצץ פיסי, חומצות החלב המופרשות מבלוטות החלב מפריעות לקיום חיידקים ופטריות (5.5 בסולם PH). תאי האפידרמיס (תאי עור מתים) מתחלפים בתדירות גבוהה, ועם נשירתם נושרים גם אנטיגנים שונים ששהו על גבי העור. מיקרואורגניזמים רבים חיים על העור או בתוכו, אך אינם מזיקים כל עוד אינם חודרים לתוך הגוף.

☒ **תאים רירניים וריסניים -** מגנים על דרכי הנשימה מפני מזהמים שונים. התאים הרירניים מפרישים ריר. הריר מכיל ליזוזומים (אברונים קטנים המכילים ריכוז גבוה מאד של אנזימי פירוק) המפרקים את האנטיגנים, והתאים הריסניים מסלקים אותם החוצה בתנועות קצובות. מנגנון זה יכול להיפגע ע"י אלכוהול, עישון ומחלות ויראליות שונות.

☒ **שיעול ועיטוש -** בדרכי הנשימה קיים מנגנון הגנה של שיעול ועיטוש שמטרתו לסלק החוצה אנטיגנים שחדרו פנימה.

☒ **דמעות -** מכילות ליזוזומים שמפרקים את האנטיגנים הנכנסים לעין.



☒ **מערכת העיכול** - כוללת מנגנוני הגנה לכל אורכה: רוק המכיל אנזימים, חומצות קיבה חזקות (2 בסולם PH) ורקמה לימפתית במעי הדק (המשתייכת כבר לחלקים אחרים במערכת החיסון) העוזרים לפירוק האנטיגנים השונים.

☒ **דוג אונזיים** - חומצות החלב המופרשות באונזיים מדביקות את האנטיגנים ויוצרות דוג (הצהוב שיש לכולנו באונזיים, "שעווה") הנושר באופן טבעי עם הזמן (צבעו אפרפר-שקוף בתחילה והופך צהבהב עם הצטברות האנטיגנים).

קו הגנה שני - פאגוציטים (תאים בלעניים) - תגובה לא ספציפית: הפאגוציטים הם תאי דם לבנים התוקפים כל גורם זר החודר לגוף ללא כל הבחנה. במפגש עם אנטיגן הוא עוטר אותו בקרום ומפרק אותו באמצעות אנזימים (פאגוציטוזה). הפאגוציטים מתחלקים ל-2 סוגים:

1. ניטרופילים:

תאי דם לבנים הנמצאים בדם

2. מקרופאגים:

תאי דם לבנים גדולים הבולעים אנטיגנים וחומרים אחרים, לרוב נמצאים מחוץ לדם באזורי חיבור בין איברי הגוף וזרם הדם (לדוג': קשרי לימפה, ריריות דרכי הנשימה...)

קו ההגנה השלישי - לימפוציטים - התגובה החיסונית הספציפית:

הלימפוציטים הם הקבוצה המורכבת ביותר מבין התאים הלבנים. יש להם טווח רחב של פעילויות מיוחדות כנגד מזהמים ושאר גורמים זרים החודרים לגוף.

כלל הלימפוציטים נוצרים במח העצם, חלקם נודדים ישירות לקשרי הלימפה וחלקם עוברים תהליך הבשלה נוסף בבלוטת התימוס (נמצאת בבית החזה מעל הריאות). הלימפוציטים מייצרים את הנוגדנים - חלבונים המגיבים באופן ספציפי לכל אנטיגן תוך התחשבות בשני גורמים: **סוג**

האנטיגן ומקום חדירתו.

תהליך המיון מוביל להיווצרות שלוש קבוצות:

☒ לימפוציטים - T (עברו הבשלה בתימוס) - "הורגים" ומגדירים תגובת פאגוציטים

☒ לימפוציטים - B (שנדדו ישירות לקשרי הלימפה) - נוגדנים וזכרון חיסוני

☒ תאי הרג טבעיים.

נוגדנים - ANTIBODY:

כל הנוגדנים מיוצרים ע"י **לימפוציטים B** ובנויים מחלבונים (אימונוגלובולינים).

מבנה מולקולת הנוגדן מאפשר לו להקשר לכמה אנטיגנים בו-זמנית.

הנוגדנים מתחלקים **לחמש קבוצות** הנבדלות אחת מהשנייה ב:

גודל, מיקום בגוף, תכונות פיסיקליות וכימיות וכמובן בתפקידן במערכת החיסון.

מה שיקבע את **סוג הנוגדן** שיווצר הוא **סוג האנטיגן ומקום חדירתו**.

לדוגמה: אם חדר אנטיגן X למערכת העיכול, ייווצרו כנגדו נוגדנים מסוג Y.

אם אותו אנטיגן X חדר לדרכי הנשימה, ייווצרו כנגדו נוגדנים מסוג Z.



תפקידי הנוגדנים:

1. נטרול וירוסים (נגיפים) ורעלים.
2. אופסוניזציה – היקשרות הנוגדן למעטפת האנטיגן → הגברת קצב השמדת האנטיגנים ע"י מקרופגים ולימפוציטים T הרג.

סוגי נוגדנים:

1. **IgM**: אימונוגלובין B. הנוגדן הנוצר בעת החשיפה הראשונה לאנטיגן. נוגדנים אלו מצויים בעיקר בדם, בגלל גודלם המולקולרי- מונע בעדם מלהגיע לנוזל הבין-תאי, אך במצב תקין הם אינם נוכחים באברים ורקמות.
2. **IgG** מתפתח לאחר יצירת נוגדני IgM
3. **IgA**: זהו נוגדן הממלא תפקיד חשוב בהתגוננותו של הגוף מפני חדירה של מיקרואורגניזמים דרך קו ההגנה ה-1. ניתן למצוא אותו בדם ובהפרשות הגוף כבר בקו ההגנה הראשון: רוק, דמעות, זיעה, מערכת הנשימה (בריאות), וכן בחלב אם - דבר המקנה חיסון טבעי לתינוק.
4. **IgE**: נוגדן הגורם לתגובות אלרגיות חריפות. זהו הנוגדן היחיד שגורם יותר נזק מתועלת. אחוז קטן מהנוגדנים ששיעורם משתנה מאדם לאדם. מעורב בעיקר בדלקת ובתופעות אלרגיה. הרבה פעמים נוגדן זה יעיל נגד זיהומים טפיליים.

5. IgD

למרות פעילות הנוגדנים, ההתקפה הישירה על האנטיגנים אינה מספקת בתנאים רגילים להגנה על הגוף מפני פולש.

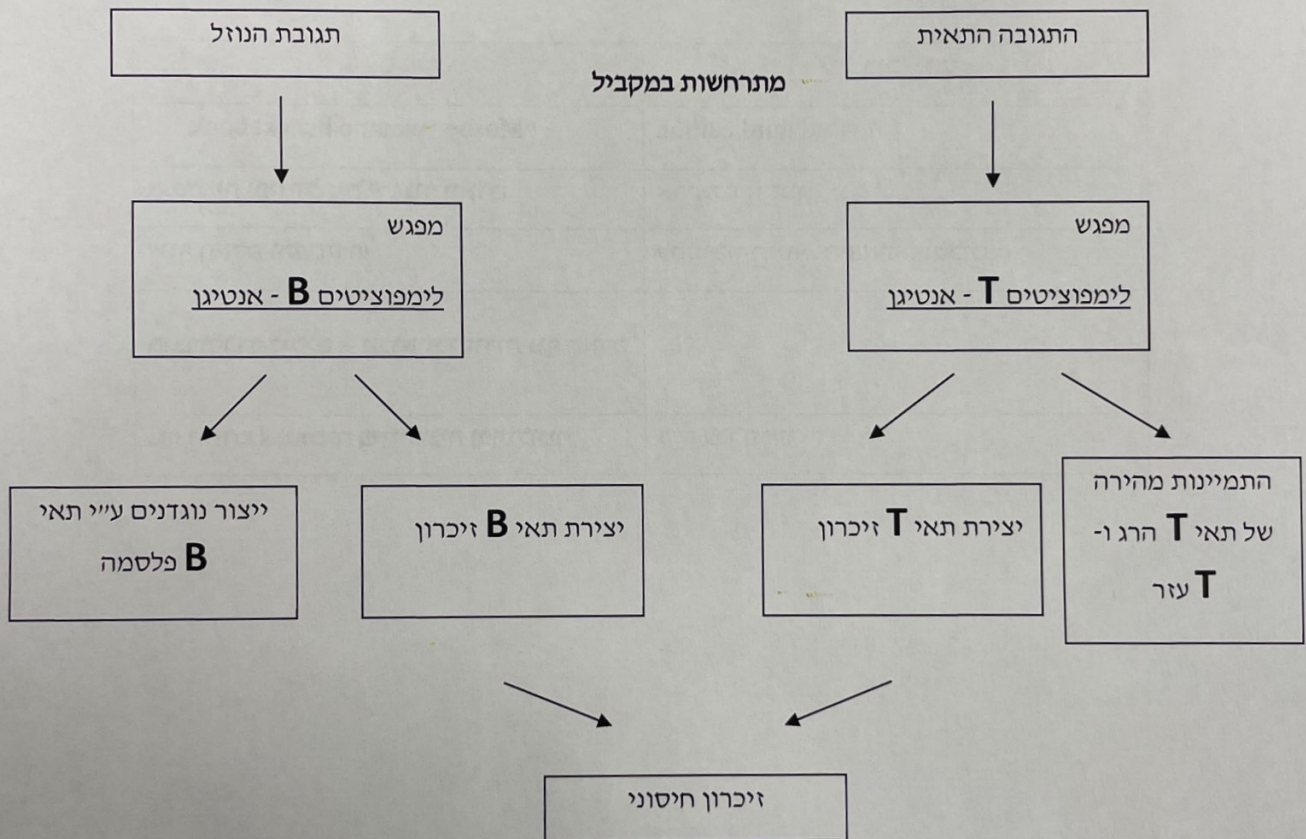
התהליך הנ"ל מוגבר באמצעות מספר גורמים, כגון אנזימים, ותהליך האנפילקטית ועוד.

זיכרון חיסוני:

בתגובה החיסונית מגיבים ומתמיינים הרבה מאד סוגים של תאי דם לבנים. תהליך נוסף המתרחש בזמן התגובה הוא התמיינות של לימפוציטים B ו-T לתאי זיכרון. ברגע שקיימים בגוף תאי זיכרון, חשיפה נוספת תביא ליצירת נוגדנים ולהשמדה מהירה יותר של האנטיגן. אם בחשיפה ראשונית לוקח לגוף 7-10 ימים לייצר נוגדנים, כאן מדובר במספר שעות. לרוב לא יספיקו אפילו להופיע סימנים והאדם לא יידע בכלל שנדבק במחלה.



חתחליך :





ביבליוגרפיה

שם הספר	כותבים/ אחר
"Mosby" paramedic text book	revised third edition
אנטומיה ופיזיולוגיה של גוף האדם	אריאלה זוסמן
"גוף האדם ותפקידו"	לקסיקון כרטא, הוצאת ירושלים
חוברת פרמדיקים – מבואות יסודות גוף האדם	2002
גוף האדם אנטומיה פיזיולוגיה ופתולוגיה	ד"ר ערן תמיר