

סקירת נושאים ייחודיים הקשורים לאימון ורפואת ספורט

לקורס מנהלים מקצועיים מחלקת נוער

מוגש על ידי ד"ר עמוס גרודזינובסקי
(Ph.D)

נשוחח על הנושאים הבאים

- רפואת ספורט כוללת בסיס בפיזיולוגיה של המאמץ-, תזונה ועוד
- אבות המזון פחמימות, שומנים, חלבונים
- הומיאוסטאזיס
- גדילה והתפתחות
- עבודה והספק
- אנרגטיקה
- קלוריות
- הבנת תגובת המתאמן למאמצים שונים
- במסגרת הרצאה זו נעבור בקצרה על משתנים חשובים

מי אני

- תואר ראשון שני ושלישי בארה"ב בנושאים של חינוך, חנוך גופני, ביולוגיה, גנטיקה, ביוכימיה ופיזיולוגיה של המאמץ
- לימדתי במכללה במכון וינגייט פיזיולוגיה של המאמץ, כושר גופני ותורת האימון, א"ק וסמינריון בנושאי בריאות ופעילות גופנית – כרגע גמלאי
- יועץ לחברות וארגונים בהנהלת החברה לרפואת ספורט, העמותה למניעת יתר לחץ דם והחברה לשיקום לב.
- עוסק בשיקום לב, בכושר גופני במעגל החיים במיוחד במניעת השמנה

המשך – מי אני

- כתבתי ספרים הליכה ללב בריא 1996
- הליכה למשקל בריא 2008
- בעבר אחזתי ב – 5 שיאי ישראל 200, 400, 100x4, 4 x 400 וקפיצה למרחק
- השתתפתי גם באולימפיאדה 1960 רומא קבעתי שם 2 שיאים ישראלים ב – 200, ו – 400 מטרים
- אימנתי את נבחרת ישראל באתלטיקה קלה

מידע וחומר לימודי

• מספר הטלפון שלי **052-2229795**

amos@l-w.ac.il

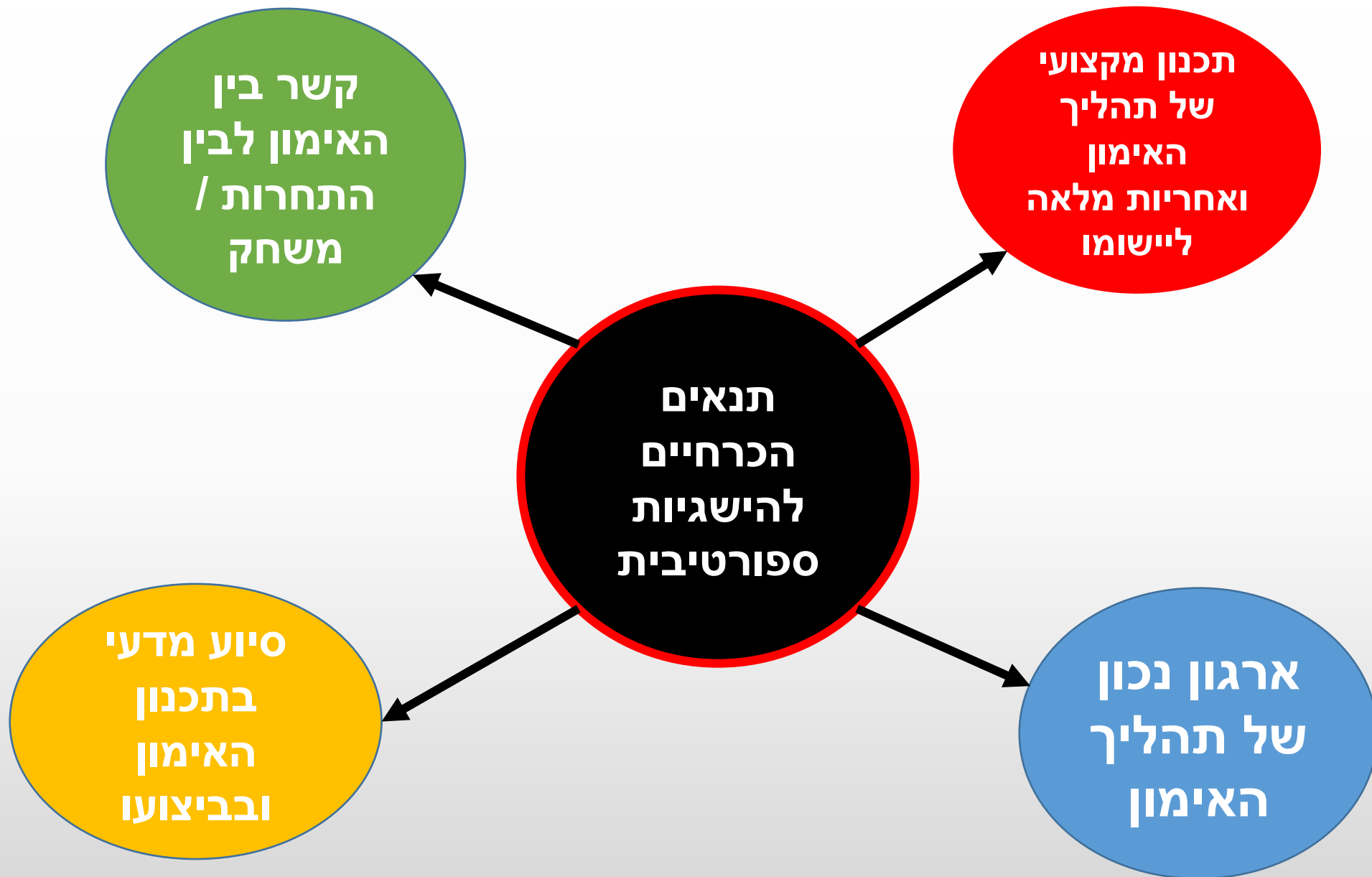
Exerciseismedicine.org

ACSM

AHA

כדורסל

- ❖ מענפי הספורט המשלבים מאמצים אנאירוביים ואירוביים במגרש יחסית קטן
- ❖ אצל כדורסלנים למעשה יש לפתח את כל מרכיבי הכושר –
- ❖ אנאירובית, כוח וסבולת שרירית, כוח מתפרץ, סבולת לב ריאה
- ❖ בכדורסל ספרינטים קצרים, יכולת להחזיק ארבעה רבעים + ניתורים, דחיפות ועוד
- ❖ וויסות החום כדורסלנים באולם ממוזג אבל יש לדעת את העקרונות



ההתפתחות הביולוגית של החניך\ה הצעיר

נכנס למסגרת בגיל 6 ← התפתחות מתונה עד גיל 12

בגיל 12/13 עד גיל 16 התפתחות מואצת

אחרי גיל 18 מעבר לרמת יכולת גבוהה ומיצויי יכולת או קיפאון עד נסיגה



נלקח מספרו של
ד"ר איציק בן
מלך

מעט על גדילה והתפתחות
אנתרופומטריה

גדילה והתפתחות

❖ בכדורסל וענפי ספורט אחרים

❖ אנו מדריכים/ מתאמנים, ילדים החל מגיל 5

❖ עקרונית בשנים הראשונות נתמקד בהקניית מיומנויות בסיסיות

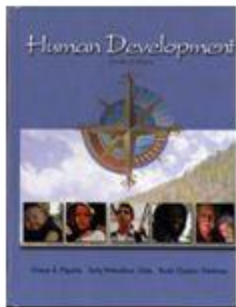
❖ הרגלי אימון נכונים, חינוך לעשייה לפיתוח כושר גופני ומרכיביו

❖ בתחילת הדרך הילדים מתאמנים בחוגים בבית ספר

❖ חוגים במתנ"סים, אגודות ספורט וכדומה

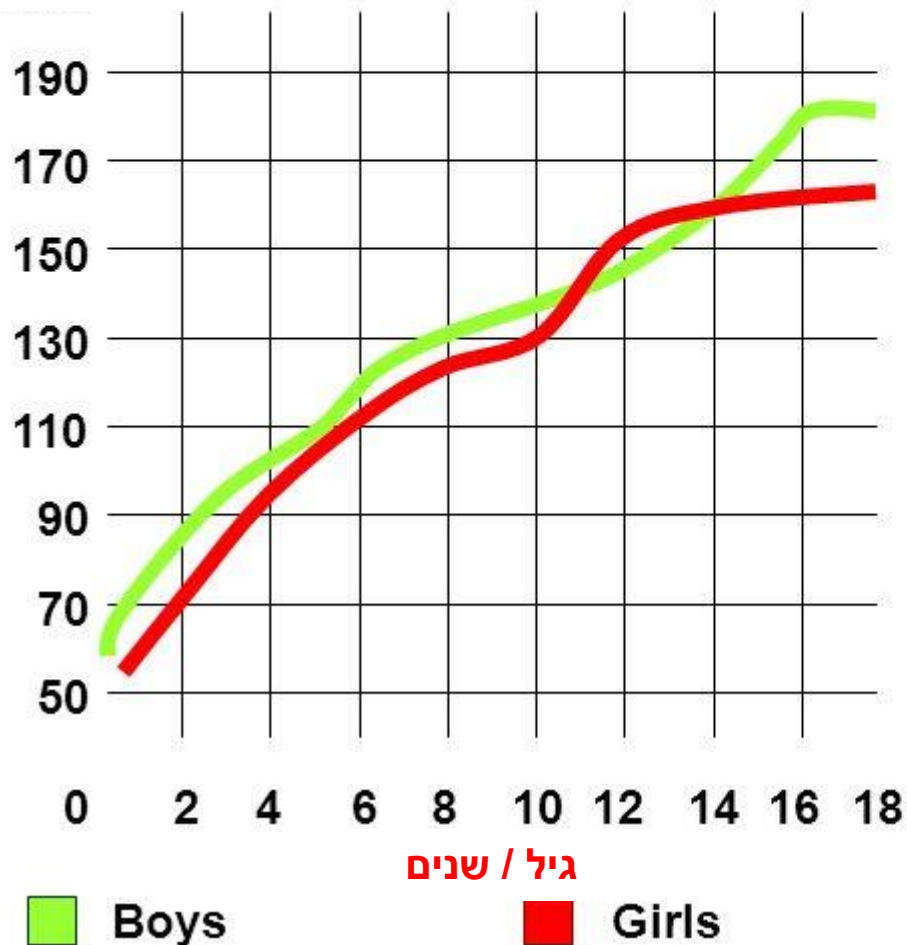
❖ למעשה אלו חוגי ספורט חינוכיים, כי היכולת לחזות מי יגיע לצמרת

בעתיד עד לערך גיל 12-13 שנים שואפת ל – 0



תקופת הגדילה המהירה – גיל הבגרות

גובה בס"מ



בתקופת הילדות
הבנות והבנים דומים
בגבהם אפילו הבנות
מעט גבוהות יותר
בהמשך הבנים
קופצים בגדילה
ועוברים את הבנות

תקופת הגדילה המהירה

1. תקופה בחיים שבה אצל הבנים (גילאי 13 לערך) והבנות (גילאי 11 לערך) מתרחשת קפיצת גדילה
2. קפיצות גדילה נגרמות על ידי יחסי גומלין מדויקים בין הורמונים, גנטיקה ותזונה
3. רכיבי תזונה מסוימים כמו חלבון, סידן וזרחן המשמשים כאבני הבניין של עצמות ורקמות, רכיבים אחרים כגון ויטמין D ואבץ ממלאים תפקידי ויסות ופיקוח
4. בתקופה זו, חשוב לוודא שצריכת הקלוריות, החלבון, הוויטמינים והמינרלים של הילדים היא נכונה, ומתאימה לתקופה, תומכת בגדילה בריאה
5. ההמלצה היא לאכול בהתאם להנחיות התזונתיות ולשלב מגוון של מזונות ורכיבי מזון בריאים בתזונתם של הילדים
6. התייעצות עם דיאטנית מומלצת,
7. כמו גם קשר הדוק עם ההורים

תקופת הגדילה המהירה

6. 13 השנים הראשונות לחיים הם תקופת זמן קריטית המהווה חלון הזדמנויות להשלמה התזונתית התומכת בגדילה

7. לוודא שהילדים מקבלים בתזונתם את כל אבות המזון

8. חלבון, סידן וויטמין D , רכיבים התומכים בגדילה

כיצד תזהו קפיצת גדילה

1. הוא תמיד רעב

הילד יעלה עלייה רבה במשקל לפני ובמשך קפיצת הגדילה,

תקופה העשויה להימשך בממוצע בין 24 ל-36 חודשים.

הילד יזדקק לתוספת הקלורית לוודא שתוספת מגיעה ממזונות מדגנים מלאים, אוכל בריא, חלבון ולא מחטיפים וממתקים.

2. הוא הגיע כבר לגיל ההתבגרות

התקופה שבה הילד גדל במהירות לגובה, מתחילה לערך בגיל 12-13 שנים, שונה מעט אצל ילד או ילדה

בהתאם [למחקר](#) שפורסם בכתב העת למחקר קליני באנדוקרינולוגיה בקרב ילדים (Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology), במחקר זה נמצא, כי כ-75% מהבנות וכ-70% מהבנים מגיעים לשיא הגובה במהלך גיל ההתבגרות, עד כ 16 שנים לנערה וכ – 19 שנים לנער.

כיצד תזהו קפיצת גדילה

3. הבגדים נעשים קצרים מדי במהירות במיוחד המכנסיים

הגפיים של ילדים נוטות לצמוח לפני מרכז גופם.

אורך הרגל וגובה הישיבה (הידועה בכינוייה, אורך הטורסו) הם שני גורמים אשר ניתן באמצעותם לנבא את הגיל שבו הילדים יגיעו לשיא הגובה,

4. הוא ישן יותר מהרגיל

חלק ניכר מהגדילה מתרחש בשעות השינה מפני שהפרשת הורמון הגדילה נמצאת בשיאה בשעות הלילה.

כדי לתמוך בגדילה בריאה, העמותה הלאומית לשינה ([National Sleep Foundation](#)) ממליצה שילדים בגילאי 6-13 ישנו במשך 9 עד 11 שעות בלילה. נוער בגילאי 14 עד 17 זקוקים לשמונה עד עשר שעות שינה

כיצד תזהו קפיצת גדילה - המשך

5. הקואורדינציה "מתקלקלת" הוא נתקל בכל דבר

במהלך קפיצות גדילה, שינויים מהירים מתרחשים ביחס לגובה ולאורך האיברים אשר עשויים לגרום למרכז הכבידה שלהם להשתנות. הילדים מגושמים ופחות קואורדינטיביים

6. הוא עולה במשקל

משקל הילדים עולה במהלך קפיצת הגדילה שלהם. כי הם גובהים, מסת שרירים גדלה וגם כמות השומן האבסולוטי עולה יש לשים לב שאחוז השומן לא גדל

חייבים בפיקוח והכוונה לתזונה נכונה – אימון נכון לכוח זריזות, מהירות קואורדינציה, הילד/ה יגדל כראוי עם בריאות טובה ויכולת להתאמן כנדרש

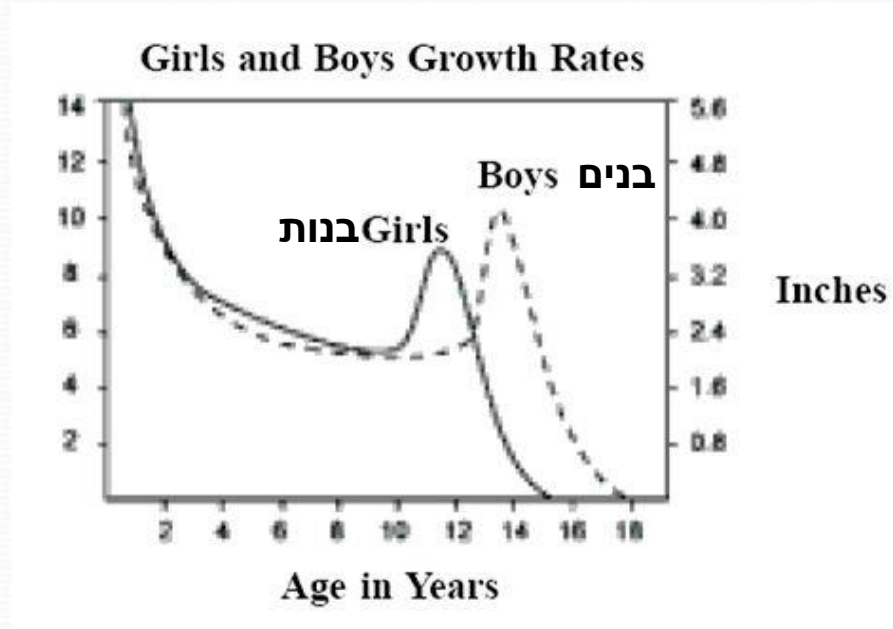
היעזר בנתוני גובה ומשקל לזהות את תקופת הגדילה המהירה

- עלייה דרמטית בגובה ומשקל מתרחשים במקביל לתקופת הבגרות המינית (PUBERTY)
- שינויים בעלייה בגובה ומשקל בנים ובנות לשנה
 - בין 5 ס"מ (בנות) ל 10 ס"מ (בנים)
 - בין 3 ק"ג (בנות) ל 10 ק"ג (בנים)
 - **השונות היא רבה**
- **מדגיש**
- להשתתפות בפעילות ספורטיבית אין השפעה על גדילה והתפתחות נורמלית אצל שני המינים
- על המשקל (שרירים) ניתן להשפיע באימון נכון לכוח

Physical Changes

שינויים פיזיקליים התוספת השנתית לגובה ומשקל

- פריצת גדילה – עלייה מהירה בגדילה מתחילה בממוצע בגיל 10 שנים אצל הבנים
- אפשר, לצורכי השוואה, להשתמש בנתונים מהספרות אצל שחקנים שהם בוגרים היום
- זהו הגרף הקלאסי של מאלינה



שינוי התנהגות

❖ אנו מבקשים מנערים/בוגרים להגיע להישגים, אבל קודם כל אנו מחנכים, ובמיוחד בגיל הצעיר, עליכם לדאוג שהפעילות תהיה:

❖ בריאה

❖ מתחשבת בכול הקורה עם הנער

❖ לשיפור הכושר הגופני הכללי והמקצועי

❖ עליכם לפעול בהתאם לעקרונות האימון

❖ אין קיצורי דרך

❖ לקחתם על עצמכם משימה רצינית לקחת נערים, להשפיע כל גופם התנהגותם

❖ קחו זאת לתשומת לבכם המשיכו להתעדכן לקרוא מאמרים מדעיים

❖ להיות מושפע מעט ככול האפשר מפרסומות שרוצות למכור לכם

כדורסל- משחקי כדור - משחק קבוצתי נדרשות מיומנות מורכבות

❖ במיוחד לצעירים עליכם לעסוק בחינוך, הקניית ערכים, חשיבות הלימודים

❖ הקניית יסודות, (דיוק, מסירה, כדרור – משחקים), ריצה נכונה, מיומנות של הובלת כדור קליעה, תזונה מתאימה, מיאוצים, מהירות גמישות כוח וכדומה

❖ קשר עם הורים/מורים

❖ הקפדה על בריאות והתאמה להתפתחות הילד

תזונה - הבסיס

אבות המזון

• פחמימות,

ספק אנרגיה

• חלבונים

ספק אנרגיה

• שומנים

ספק אנרגיה

• מים

אינם מספקים אנרגיה

• ויטמינים ומינרלים

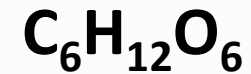
אינם מספקים אנרגיה

פחמימות

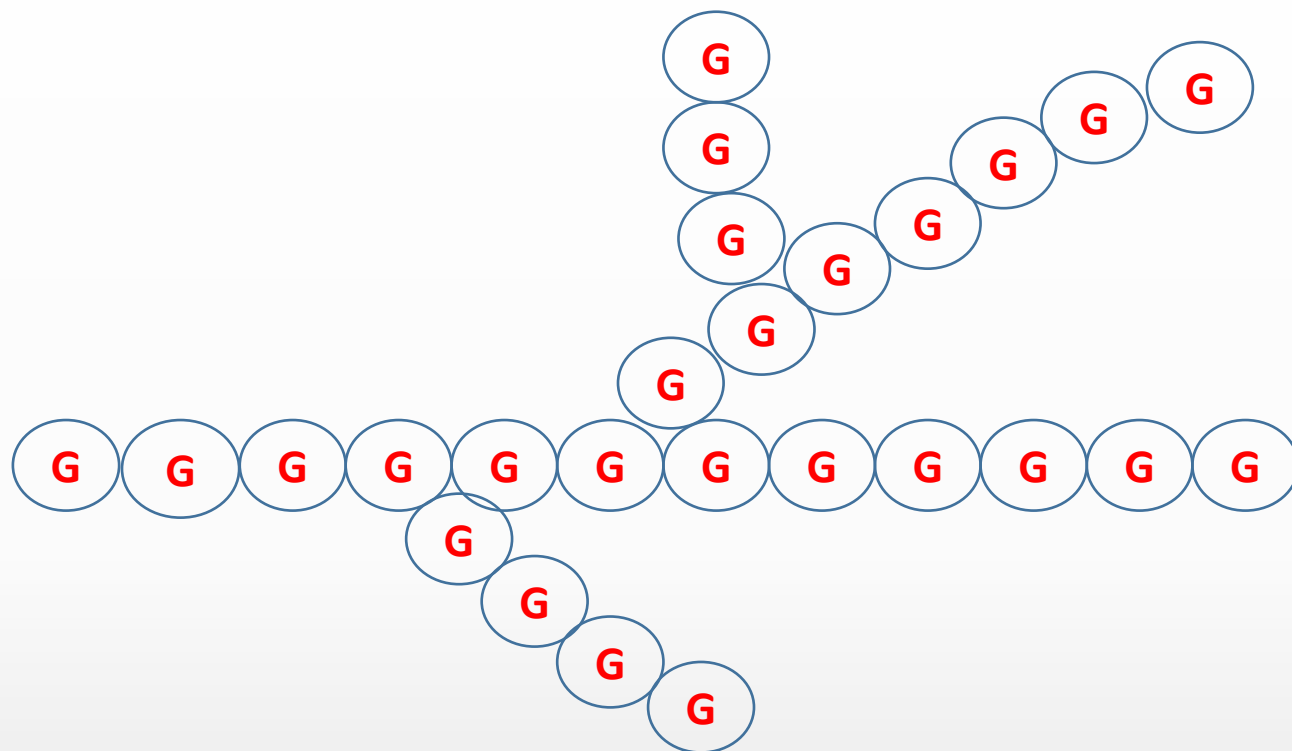
- אטומים של פחמן, מימן וחמצן מתחברים ביניהם ליצירת סוכרים
- מולקולות שונות עם מספר פחמנים שונה שייכות למשפחת הפחמימות
- אותנו מעניינות המולקולות המכילות 6 אטומים של פחמן כגון גלוקוז

פחמימות

- גלוקוז מכיל 6 אטומים של פחמן 12 מימן ו 6 חמצן
- כאשר הנוסחה הכללית היא



- **גליקוגן** הינו רב סוכר מורכב הבנוי מאלפי מולקולות של גלוקוזה ומאוחסן בכבד ובשרירים לאנרגיה בשעת הצורך
- רב סוכר בצמחים הינו עמילן
- סיבים מסווגים כרב סוכר גם תאית הינה רב סוכר צימחי לא נעכלים
- מספקים אנרגיה בעיקר במאמצים קצרים בתהליכים מורכבים



- מודל למולקולת גליקוגן המורכבת מאלפי יחידות של גלוקוז ומאוחסנות בכבד ובשרירים
- מתפרקת בשעת הצורך לגלוקוז העובר למחזור הדם ומשם לתאים

פחמימות חשיבות פיזיולוגית

- ספק אנרגיה בכל המאמצים במיוחד במאמצים קשים וקצרים
- מאוחסן כגליקוגן בכבד ובשרירים
- דלק למערכת העצבים המרכזית המוח משתמש בגלוקוז שבדם כמקור אנרגיה בלעדי
- הופך לשומן

שומנים

- אטומים של פחמן, מימן וחמצן מתחברים ביניהם ליצירת שומנים
- אותם האטומים שבונים את הסוכרים/פחמימות
- היחס בין האטומים בשומנים שונה מאשר בפחמימות
- ישנם שומנים רבים בטבע הבנויים מהאטומים הנ"ל לעיתים בתוספת של אטומים אחרים, אפילו הסטרואידים הם חלק ממשפחת השומנים

שומנים - תפקידים

- ספק אנרגיה מאמצים ממושכים רזרבת אנרגיה
- הגנה על איברים פנימיים
- בידוד טרמי לגוף
- חלק מקרום התא
- נושא ויטמינים
- שומנים הנפוצים ביותר בטבע הם (שומנים פשוטים)
הטריגליצרידים

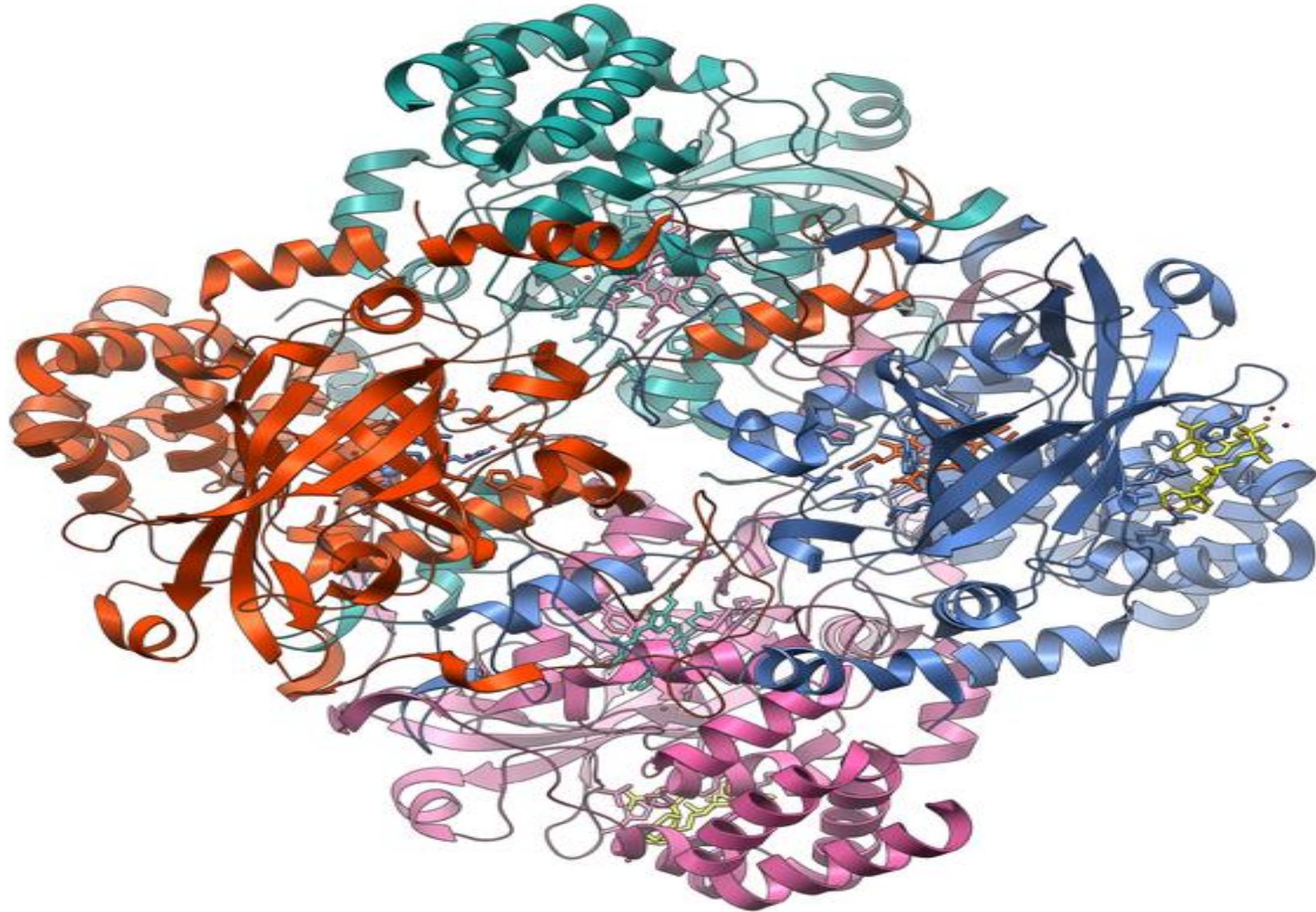
חלבונים

- בנויים מאטומים של פחמן, מימן, חמצן וחנקן
- בממוצע כ – 12 ק"ג מגופינו הם חלבונים
- למעלה ממחצית מצויים בשרירים
- החלבונים בנויים מחומצות אמיניות –
- אין מאגרים של חומצות אמיניות בגוף ויש לקבלם שוטף מהמזון
- חלבונים שלא נוצלו להרכבת הורמונים, בניית שריר ולאנרגיה עוברים תהליך כימי ומאוחסנים בגוף כשומנים

חלבונים

- חיבור של חומצות אמיניות בהרכבים שונים
מכונה חלבון
- תפקוד החלבונים השונים מותנה בסדר שבו
חומצות האמיניות מתחברות ביניהן
- יש 20 חומצות אמינו בטבע ומהן הכול נבנה

מודל- מבנה תלת מימדי של חלבון למשל אינזים



חלבונים

- בעלי חיים וצמחים מייצרים חומצות אמינו חיוניות
- חלבון מצוי בביצים, חלב, בשר
- ביצה הינה מקור הטוב ביותר לחלבון, כי היא מכילה את כל החומצות האמיניות החיוניות

החלבונים בגוף

חלבון

ביצה, בשר, דגים, חלב ועוד

חומצות אמינו

בלתי חיוניות
הגוף מסוגל
ליצרן

חיוניות
הגוף אינו
מסוגל ליצרן

מבוגר פעיל זקוק ל
0.8 – 1.2 ג' לק"ג
גוף

חלבונים חשיבות

- מצוי בפלסמת הדם בקרומי התא, המוגלובין

- מהם בנויים השרירים

- מהם בנויים, הורמונים, עור, ציפורניים, שיער

- ובאיברים פנימיים מעיים למשל

- מהם בנויים האינזימים וקואינזימים, DNA

- אין רזרבות – שריר הוא לא רזרבה אנרגטית

**שיווי המשקל הפנימי של הגוף -
Homeostasis**

הומיאוסטאסיס - Homeostasis

1. מושג זה מיוונית – הומיאוס = דומה וסטאסיס = דומם

2. אלו הם תכונות של מערכת אצל כל בעלי החיים המפקחת על השינויים של הסביבה הפנימית שלה ודואגת שהיא תישמר יציבה

3. זהו התהליך שבו הסביבה הפנימית של האדם נשאר קבועה, בתנאים שונים של סביבה חיצונית

הומיאוסטאזיס – המשך

מטרת שימור שיווי המשקל הפנימי של הגוף היא ליצור מצב קבוע של סביבה פנימית המאפשרת לתהליכים הכימיים הנחוצים לקיום הגוף להתרחש

שיווי משקל זה נמצא בתחום צר המכונה נורמליות לתחום זה יש מקסימום ומינימום.

השפעות חיצוניות יכולות לגרום לתנודות בתוך התחום הנורמאלי או להפר את האיזון.

אם וכאשר האיזון יופר גופינו יעשה ככול שביכולתו להחזיר את האיזון או על ידי וויסות פנימי כימי או התנהגותי

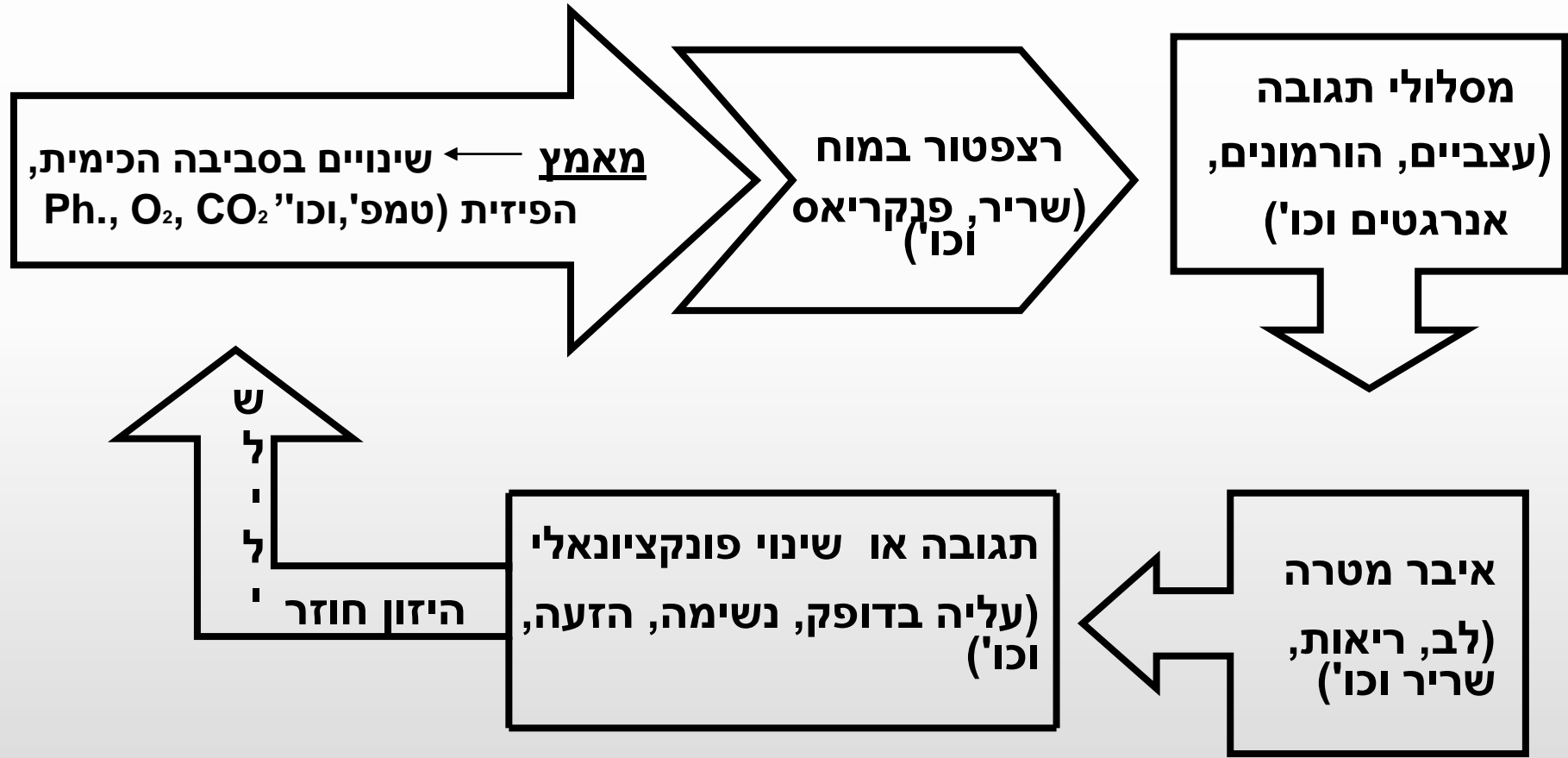
תהליכי ויסות ושמירה על איזון שיווי המשקל הפנימי של הגוף

יש לאזן:

ישנן רמות איזון שונות
במנוחה ובמאמץ

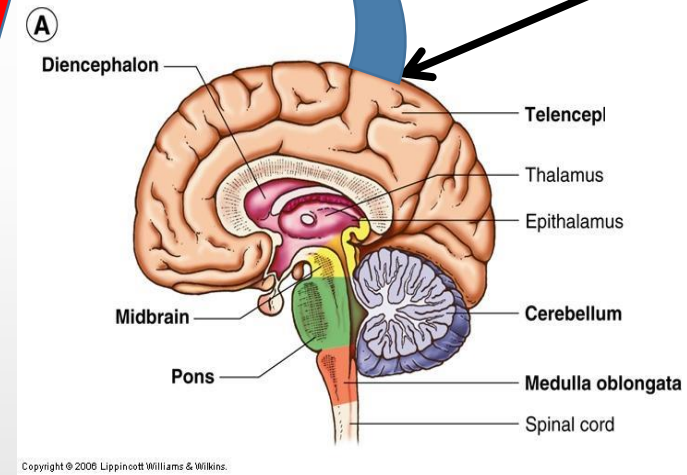
1. טמפרטורת הגוף
2. הספקת אנרגיה בהתאם לצרכים
3. הרכב הדם, למשל ברזל
4. לחץ הדם
5. ויסות הסוכר, שומנים
6. שיווי משקל בסיסי חומצי
7. נוזלים בגוף תוך וחוץ תאי
8. שינה

תיאור פשוט של תגובה פיזיולוגית למאמץ



ביצוע רצף תנועתי

החלטה על פעילות



Efferent neuromns

הנחיות עצבי תנועה

Affernt neurons

העברת מידע עצבי תחושה

גיוס יחידות מוטוריות רלוונטיות





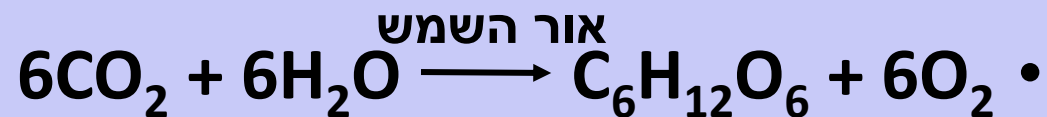
אנרגטיקה

אנרגיה

- אין לה גודל או משקל ואין אפשרות לתאר אותה בצורה מסוימת.
- אנרגיה אינה נוצרת יש מאין אינה נהרסת אלא משנה את צורתה.
- מצבים שונים בחיי היום יום, כגון ביצועי כוח, ספורט, אכילה כיווץ שרירים ועוד מצביעים על שינויים אנרגטיים דינמיים המתרחשים ומשתנים משניה לשניה, שעה לשעה ויום ליום

מעגל אנרגיה ביולוגי

- האדם אינו מייצר אנרגיה בעצמו
- אנחנו תלויים בחומרי מזון – באנרגיה מן החי ו/או הצומח.
- הבסיס אור השמש וחומרים הנמצאים בטבע



תהליכים אנרגטיים:

1. ע"מ לבצע את כל התהליכים הקיומיים בתאים ובגופינו
אנו נדרשים ל"ספק" אנרגיה לתאים. תהליכים אלה גורמים
לשינויים כימיים במולקולות שמקורן במזון
ומאפשרים יצירת אנרגיה נקראים "**מטבוליזם**" או חילוף
חומרים.

ישנם שני תהליכים אנרגטיים מרכזיים :

תהליך **אנבולי** – (בניה) של מולקולות גדולות מקטנות.
תהליך- **קטאבולי** (הרס) פרוק של מולקולות גדולות לקטנות

חילוף חומרים

- הינו סה"כ העלות האנרגטי של שני התהליכים האנבוליים, והקטבוליים
- זוהי כמות האנרגיה המינימאלית הדרושה לקיומנו. בד"כ מיוחסת ל- 24 שעות של קיום. כמות האנרגיה הזו נמדדת ביחידות של קילו קלוריות (קק"ל).

אנרגיה - הגדרה

היכולת לבצע עבודה

אז מהי עבודה?

עבודה = לכוח X דרך , $W = F \times D$

עבודה נמדדת בקג"מ, = כוח בק"ג X דרך במטרים (או סנטימטרים)

$$100,000 \text{ קג"מ} = 100 \text{ ק"ג} \times 1000 \text{ מטרים}$$

$$75,000 \text{ קג"מ} = 75 \text{ ק"ג} \times 1000 \text{ מטרים}$$

הספק

- עבודה הנעשית בזמן מסוים
- בספורט בחיי היום יום יש חשיבות לזמן הביצוע, הזמן שלוקח לנו לבצע משימה כלשהי מכונה הספק

$$P=W/t$$

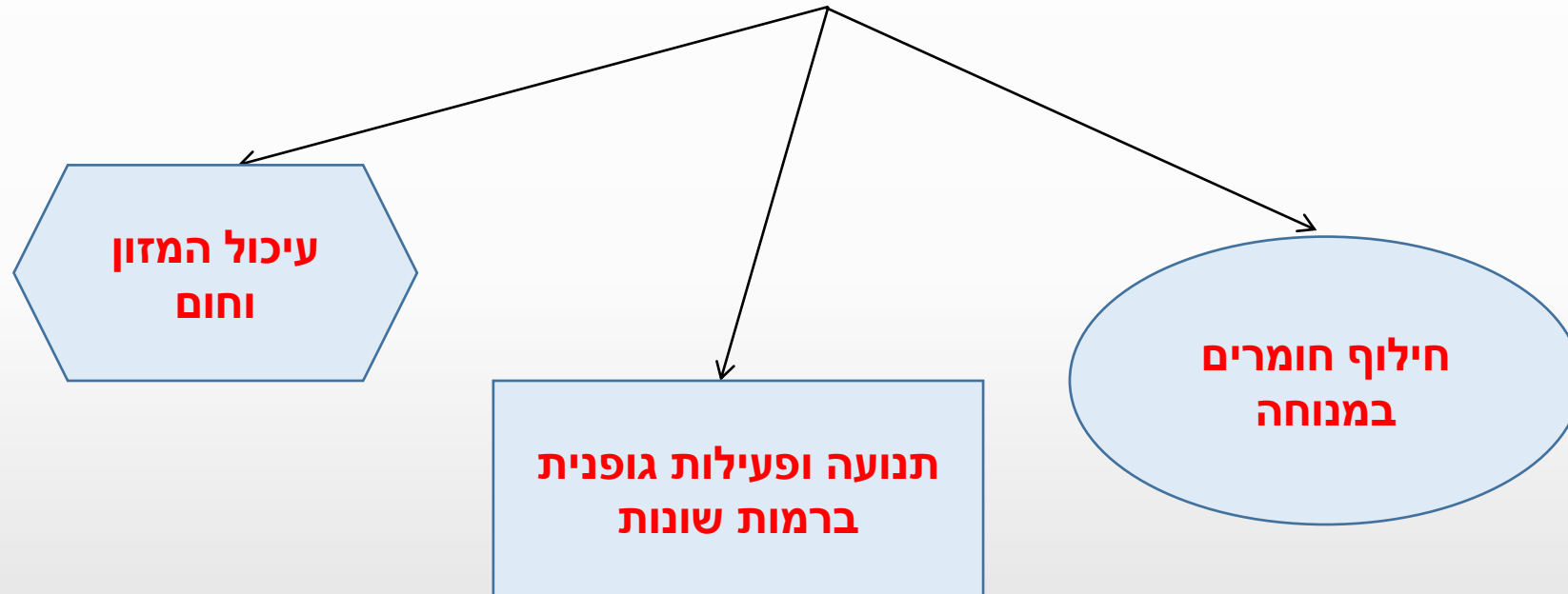
Kg"m/min

עבודה קג"מ
הספק = $\frac{\text{קג"מ לדקה}}{\text{זמן דקה}}$

מהירות = מרחק לחלק בזמן // קמ"ש

שיווי משקל אנרגטי בגוף – הכנסה = הוצאה

קלוריות מהמזון / הכנסות



= להוצאות שריפת קלוריות

מדידות אנרגיה

- בחיי היום-יום מודדים הוצאת אנרגיה בגוף על ידי קלוריות
- מהי קלוריה? הגדרת קלוריה

חילוף החומרים של האדם במצבים שונים ב – 24 שעות

- חילוף החומרים הבסיסי BMR
- חילוף החומרים במנוחה RMR (כולל את ה – BMR)
- חילוף החומרים במאמצים שונים (EMR)
- נבדק על ידי צריכת חמצן לדקה X 24 שעות

מדירות RMR



חילוף חומרים בסיסי משתנה רפואי

- Basal Metabolism Rate = BMR
- תלוי בגודל הגוף ובמיוחד במסת השרירים
- נמדד במנוחה מוחלטת, בישיבה, לאחר צום של כ-10-12 שעות
- כ-1,200 קלוריות לאישה ו כ-1,900 קלוריות לגבר

RMR – חילוף חומרים במנוחה

Resting Metabolism Rate

• כולל אנרגיה תרמוגנית של עיכול המזון + אנרגיה נצרכת בשינה ובמהלך היום

• למעשה זו האנרגיה במנוחה של חיי היום יום
• נמדדת לאחר מנוחה של כ – 10 דקות

• בממוצע 1.2-1.3 קל/ד' לגבר, כ – 0.9 קל/ד' לאישה

• ב – 24 שעות כ- 1,250 קלוריות לאישה וכ – 1,950 לגבר

חילוף החומרים במאמץ

Exercise Metabolism Rate = EMR •

• אנרגיה הנדרשת למאמץ קל ביותר כגון הליכה מאוד איטית ועד לביצוע ספורטיבי מאוד קשה

• כלומר כולל מגוון כמעט אין סופי של אפשרויות תנועתיות

**אנרגיה – קלוריות- מזון -
תימצות**

מקורות אנרגטיים במזון:

את האנרגיה לפעילות אנו מקבלים מהמזון. ישנם שלושה מקורות תזונתיים מהם הגוף מפיק אנרגיה:

1. פחמימות – המקור המרכזי לייצור האנרגיה הנדרשת ע"י גופינו במהלך חיינו ובעיקר בשלבי הפעילות הראשוניים.

2. שומנים - מקור אנרגיה מרכזי בגופינו בעיקר במצבי ההומיאוסטאזיס ובעת מחסור אנרגטי. מאגר האנרגיה העיקרי של הגוף.

3. חלבונים – מקור תזונתי החשוב ביותר, לבניית רקמות לקיום כל התהליכים הגופניים.

מזונות ומקורות אנרגיה - סיכום

הטבלה הבאה מחלקת את המזונות לפי מקורות האנרגיה העיקריים שהם מספקים:

9 קלוריות/ג' שומנים	4 קלוריות/ג' חלבונים	4 קלוריות/ג' פחמימות
<p>שמן, מרגרינה, מיונז, חמאה, טחינה, פיצוחים וזיתיר</p> 	<p>מוצרי בשר - (עוף, בקר, דג) ביצים, מוצרי חלב</p> 	<p>לחם לסוגיו (פיתות, לחמניות וכו') אורז אטריות, תפוז"א, תירס, דגני בוקר, פירות</p> 

מקורות אנרגיה בגוף – מקורות ל ATP

מערכת אירובית

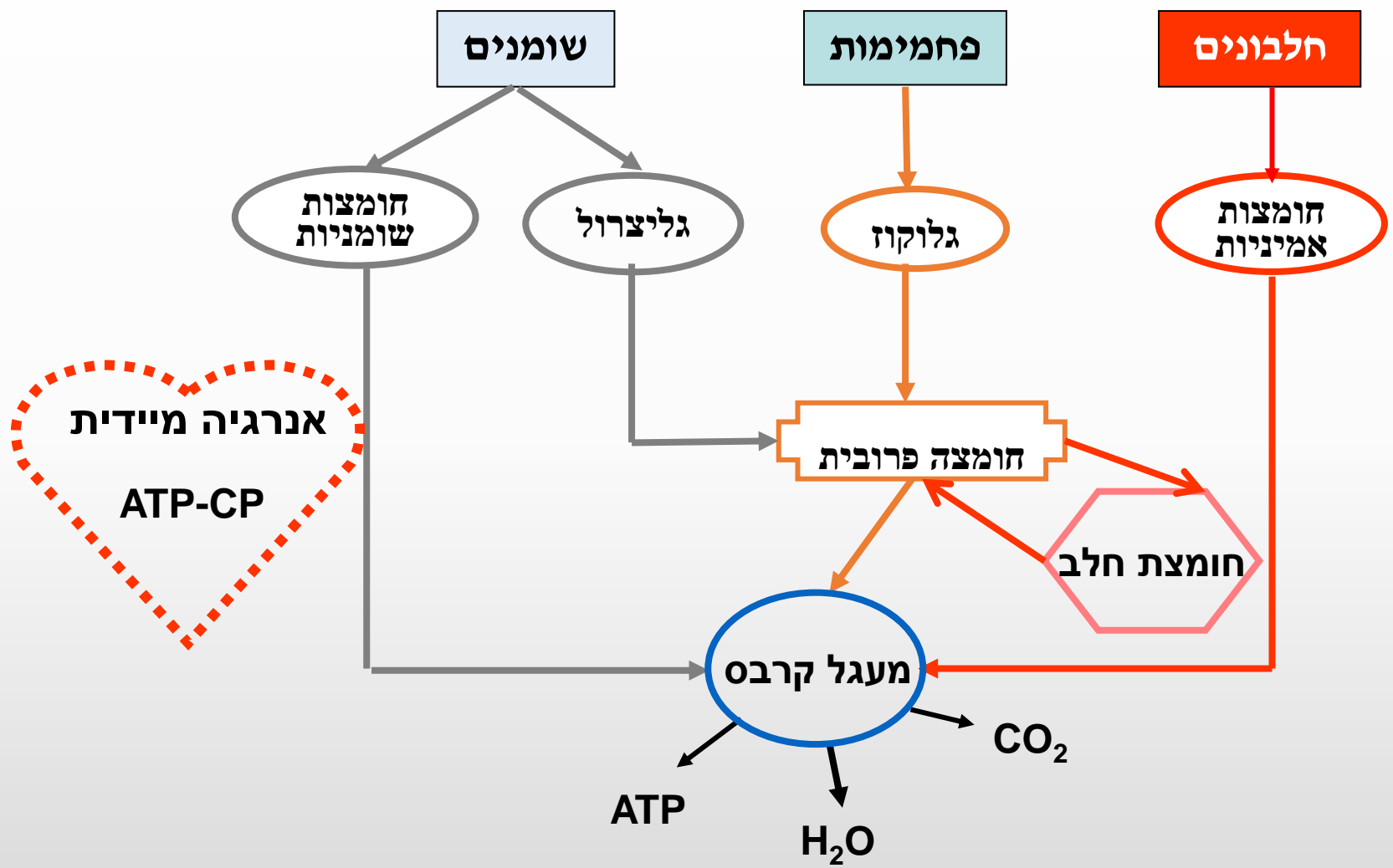
- מאמצים הנמשכים מעבר ל- 5 דקות כגון ריצות ארוכות
- הספקת האנרגיה מגיעה מהמערכת האירובית דהיינו יכולת השחקן לקלוט את החמצן מהאוויר ולהעבירו דרך הריאות בעזרת הדם – הכדוריות האדומות לכל השרירים הפועלים לכול הגוף ולמוח גם בתנאים של מאמצים מרביים
- לשם כך יש לפתח את יכולתו של הלב בשילוב עם הריאות, מעבר הדם בכלי הדם עם השרירים לקלוט חמצן בכמויות גדולות ולעל מנת לבצע מאמצים ברמה גבוהה לאורך זמן
- אצל הכדורסלן מדובר לשפר את היכולת לתפקד לאורך כול רבע ורבע, לא לרדת ביכולת ברבע הרביעי ובהארכה, יכולת אירובית גבוהה תאפשר ביצוע של יותר ספרינטים, לחזור להגנה, התאוששות טובה יותר, ובכך יותר נקודות

מערכת אנאירובית

- מאמצים הנמשכים מתחת ל- 5 בכול הכוח
- ריצות של מספר שניות בודדות ועד עשרות שניות (400 מטרים בכול הכוח)
- הספקת האנרגיה מגיעה ממערכת ייחודית המכונה מערכת CP-ATP, וגליקוליזה אנאירובית מאור מורכבת
- יש לפעול בשילוב עם המערכת האירובית
- אלו יאפשרו גם לפתח את הכוח, הכוח המפרץ, יכולת הריבאונד/ניתור, התמודדות במגעים, דחיפות וכדומה
- יש לעבוד עם משקולות הרבה תרגילי כוח ייחודיים בעזרת עזרים שונים

נקודות להדגשה

- מאמץ מרבי מעל לדקה חלק גדול יותר ויותר של האנרגיה הדרושה מגיע ממקורות אירוביים
- לאחר כ 5 ד' של מאמץ רצוף כ- 80% מהאנרגיה הדרושה (ATP) למאמץ מגיעה מהמערכת האירובית
- מאמץ גופני שאינו קשה במיוחד כל האנרגיה מסופקת דרך חילוף חומרי אירובי



ועכשיו הדגשת המתרחש בהתאוששות

- 1. לאחר מאמץ קשה, המתאושש נושם במהירות
- 2. קצב הנשימה הולך ויורד ותחושת הקושי נעלמת לאיטה
- 3. מהי מטרת ההתאוששות?
 - להחזיר את הגוף למצבו שלפני המאמץ
 - כלומר למלא את מקורות ה-CP - ATP שהתרוקנו בעת המאמץ
 - לסלק את חומצת החלב מהדם

התאוששות

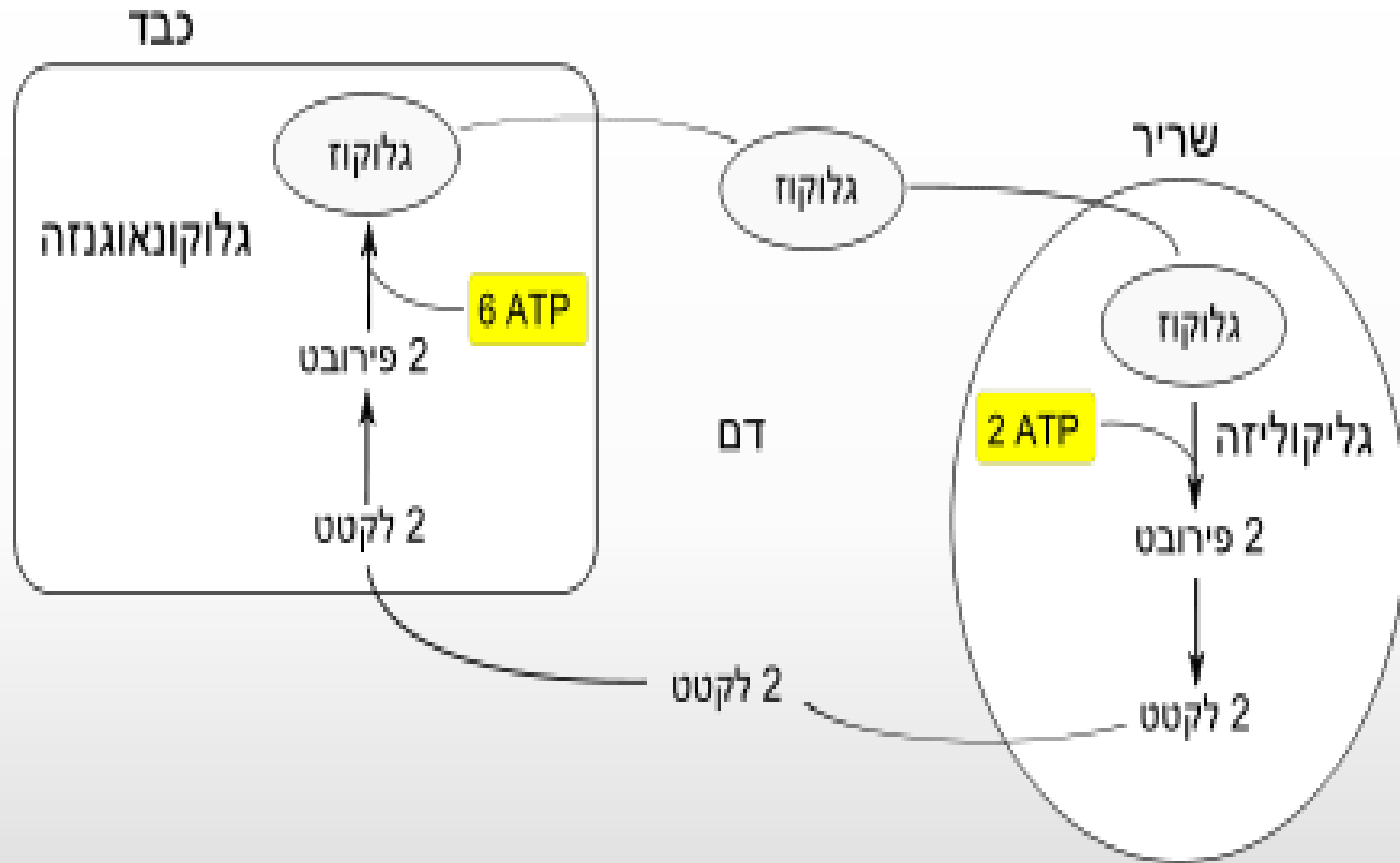
- 1. המתאמן מתאושש שונה לאחר מאמצים שונים
- ההתאוששות הפיזיולוגיות הינה מורכבת ולמעשה כל מערכות הגוף מערבות
- 2. הדגש הוא שהתאוששות בתוך האימון ובין האימון הוא חלק מהאימון
- 3. לוודא שהמתאמן מקבל זמן נכון להתאוששות לאחר המאמץ
- אם המתאמן לא יקבל מספיק זמן להתאוששות יתרחשו פציעות ולמעשה האימונים לא יהיו אפקטיביים
- אין דבר כזה להוריד ולהוריד את משך ההתאוששות זו לא מטרת אימון

התאוששות – מנוחה לאחר מאמץ
חוב חמצן (עודף בצריכת החמצן)
אלקטי ולקטי

התאוששות – מנוחה לאחר מאמץ
מציג הנושא לא שוחחנו

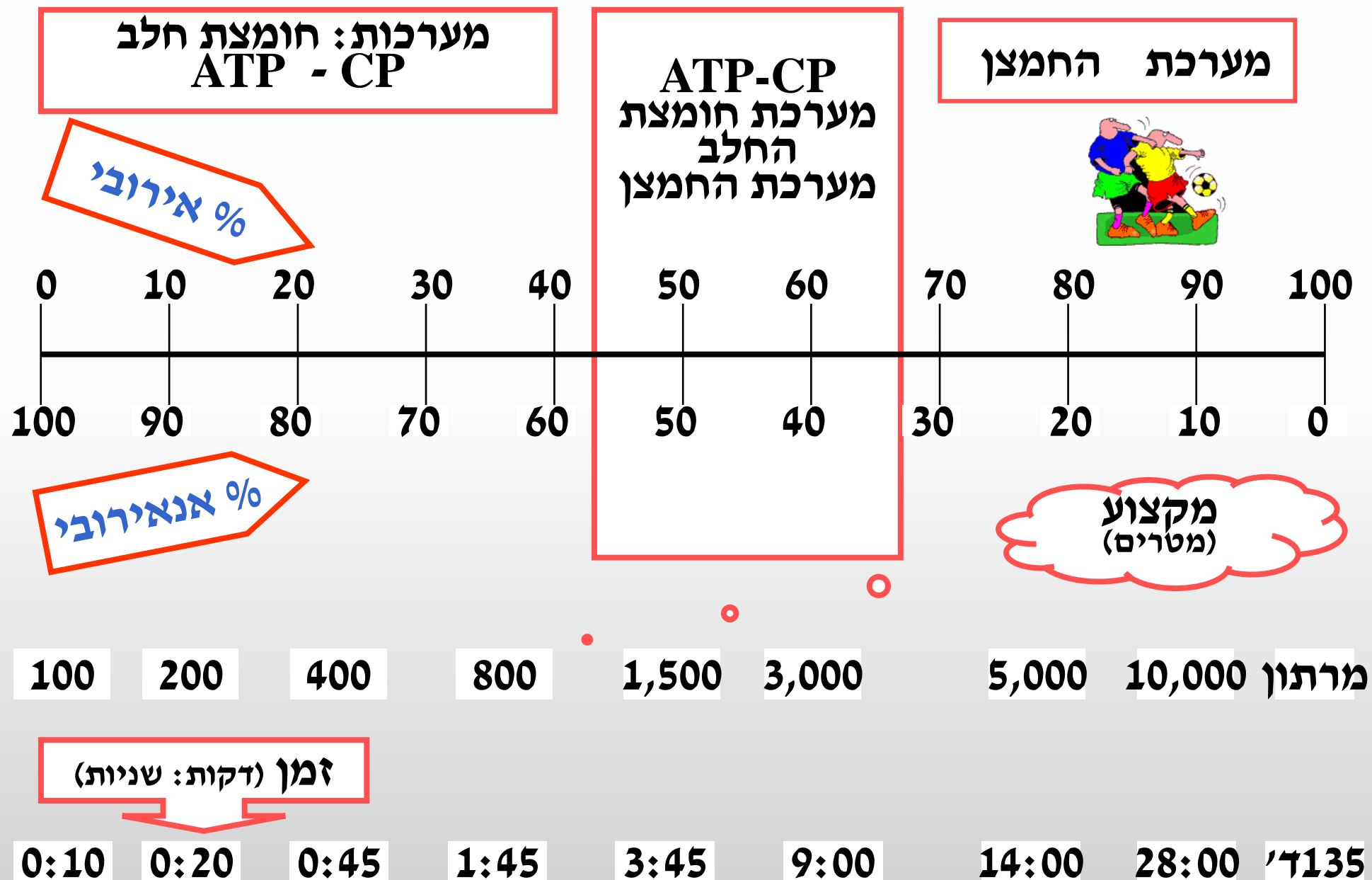
פינוי חומצת חלב (הלקטט) מהשרירים

- העברת חומצת חלב לשרירים שהם פחות פעילים על מנת שיוכלו להפוך את חומצת החלב לחומצה פירובית ומשם העברתה למיטוכונדריון ליצירת ATP אירובית
- עם המשך הפעילות הגופנית, הדם המכיל בתוכו ריכוזי חומצת חלב מגיע גם לכבד



מעגל קורי הוזכר

מקורות אנרגיה עיקריים במאמצים שונים

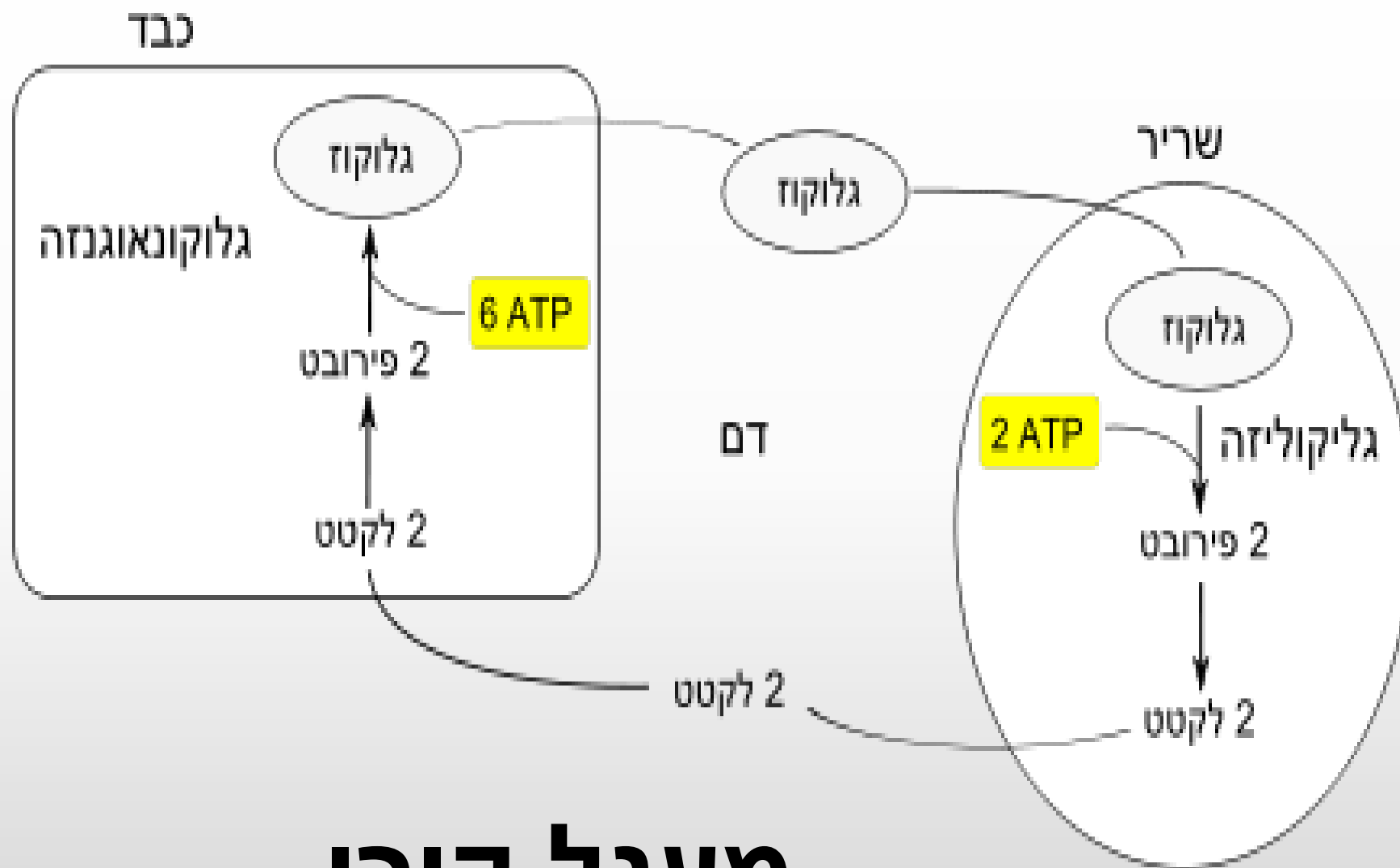


גורמים המשפעים על ריכוז חומצת חלב
בשרירים ובדם



הגורמים לעליית ריכוז חומצת חלב בדם

- במאמצים קלים עד בינוניים למיטוכנדריה יש את היכולת לחמצן חלק גדול מהחומצה הפירובית המגיעה אליה דרך מעגל קרבס לאנרגיה
- חשובה כמות החומצה הפירובית המגיעה ביחידת זמן
- חומצת החלב, שבכל אופן נוצרת, מתחמצנת על ידי השרירים שאינם מתאמצים (למשל הלב) כך שריכוז החומצה בדם לא עולה – המתאמן נמצא בקצב (מצב) יציב



מעגל קורי

ריכוז חומצת החלב (לקטט) לא ערכנו דיון

- ריכוז חומצת החלב בדם תלוי:
 - ביצור ובסילוק
- הייצור תלוי בסוג המאמץ ובעוצמתו, בכושר האירובי (אימון, תוספת כלי דם בשריר), בגנטיקה (סוגי סיב השריר) ועוד
- סילוק על ידי הלב והשרירים שאינם פעילים (וגם בכבד), מותנה בכמות המיטוכונדריות, אנזימים אירוביים, סוגי סיב השריר

• מערכת הקרדיווסקולרית – הלב וכלי הדם

מיקום הלב

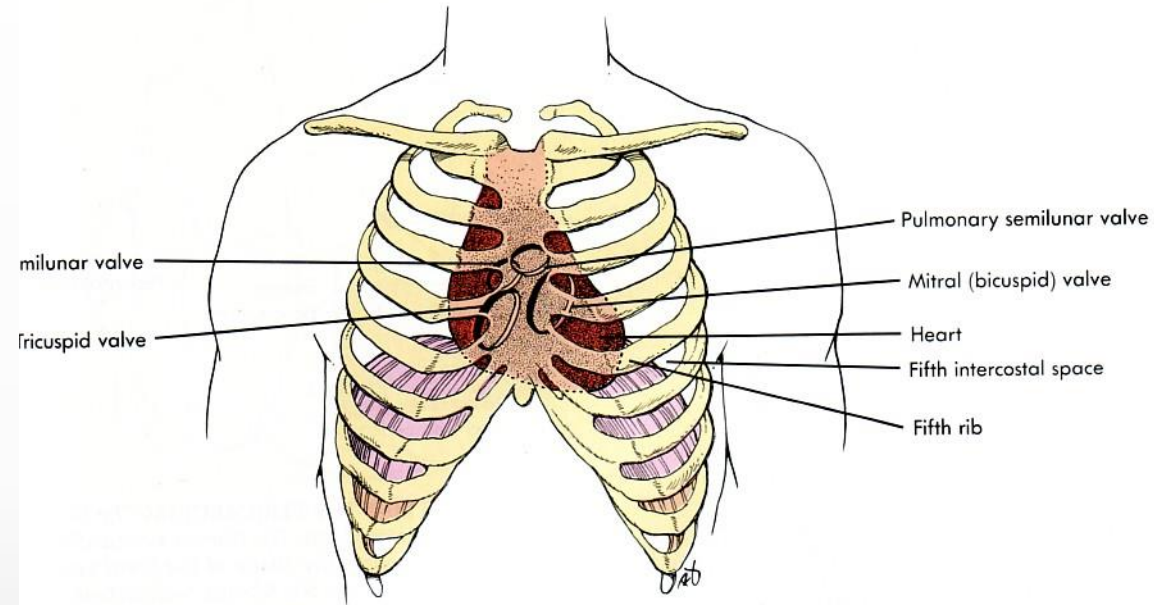


FIGURE 20-2 LOCATION OF THE HEART IN THE THORAX *The heart lies deep and slightly to the left of the sternum. The base of the heart, located deep to the sternum, extends to the second intercostal space, and the apex of the heart is in the fifth intercostal space approximately 9 centimeters to the left of the midline.*

**ממוקם מאחורי עצם החזה בחלל בית החזה, יותר לפנים מאשר
לאחור.**

**למעשה במרכז עם נטייה שמאל עקב הגודל הגדול יותר של החדר
השמאלי**

הלב עובדות "פשוטות"

- הלב איבר מרכזי בלעדיו אין חיים
- גודלו כגודל האגרוף, משקלו כ – 300 גרם
- הלב דוחף מהחדר השמאלי (והימני) כ – 7,000 ליטר של דם ב – 24 שעות (שווה ערך ל כ – 4,700 בקבוקים של ליטר וחצי) X 7 ימים X 4 שבועות X 100 שנה ואסור ללב לפשל
- פישול קטן והאדם צווח, פישול גדול והצווחות מסתיימות
- זהו הלב, האם עשית משהו למענו?, האם דאגת לשפר אותו?, האם דאגת בצעירותך לשפר אותו על מנת שבבגרותך יהיה לך יותר קל ותהיה בריא וטוב לב

הלב עובדות – 2

- לשמור על הלב יש להתחיל בחינוך, בהקניית הרגלי חיים מוקדם ככל האפשר (בבית הספר), אבל בכל גיל אפשרי לעולם אין זה מאוחר – תפקיד שלכם בחדר הכושר
- מדידת הדופק במאמצים שונים הינו המכשיר הנוח והפשוט ביותר העוד לרשתנו בחדר הכושר להעריך את קושי המאמץ לעקוב ולהצביע על שינויים בכושר הגופני. תרופות וגורמים נוספים משפיעים על קצב הלב
- השתפר הלב השתפרה הבריאות אצל המתאמן

המערכת המרכזית

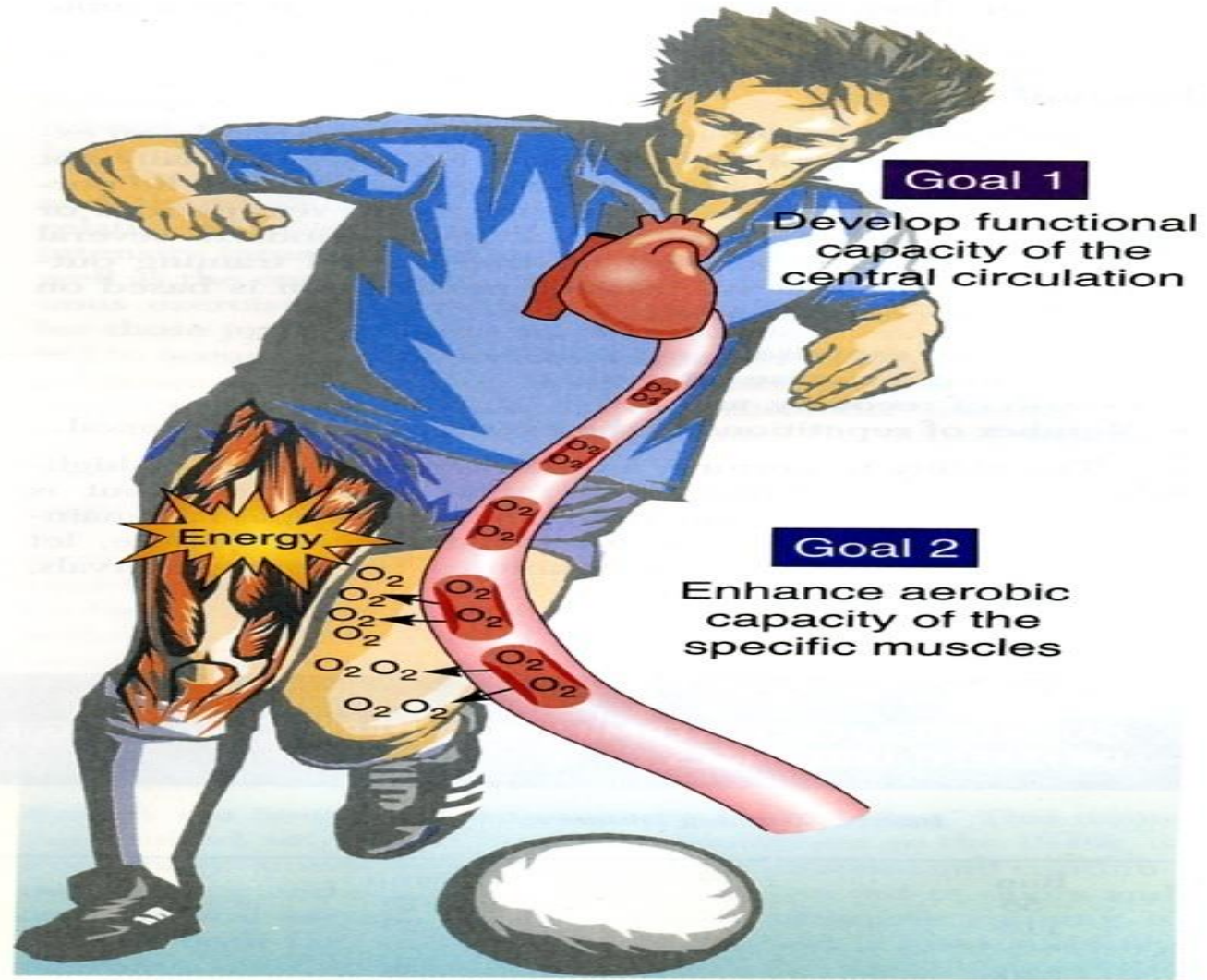


FIGURE 21.12

The two major goals of aerobic training: (*Goal 1*) develop the capacity of the central circulation to deliver oxygen, and (*Goal 2*) enhance the capacity of the local musculature to supply and process oxygen.

המערכת ההיקפית

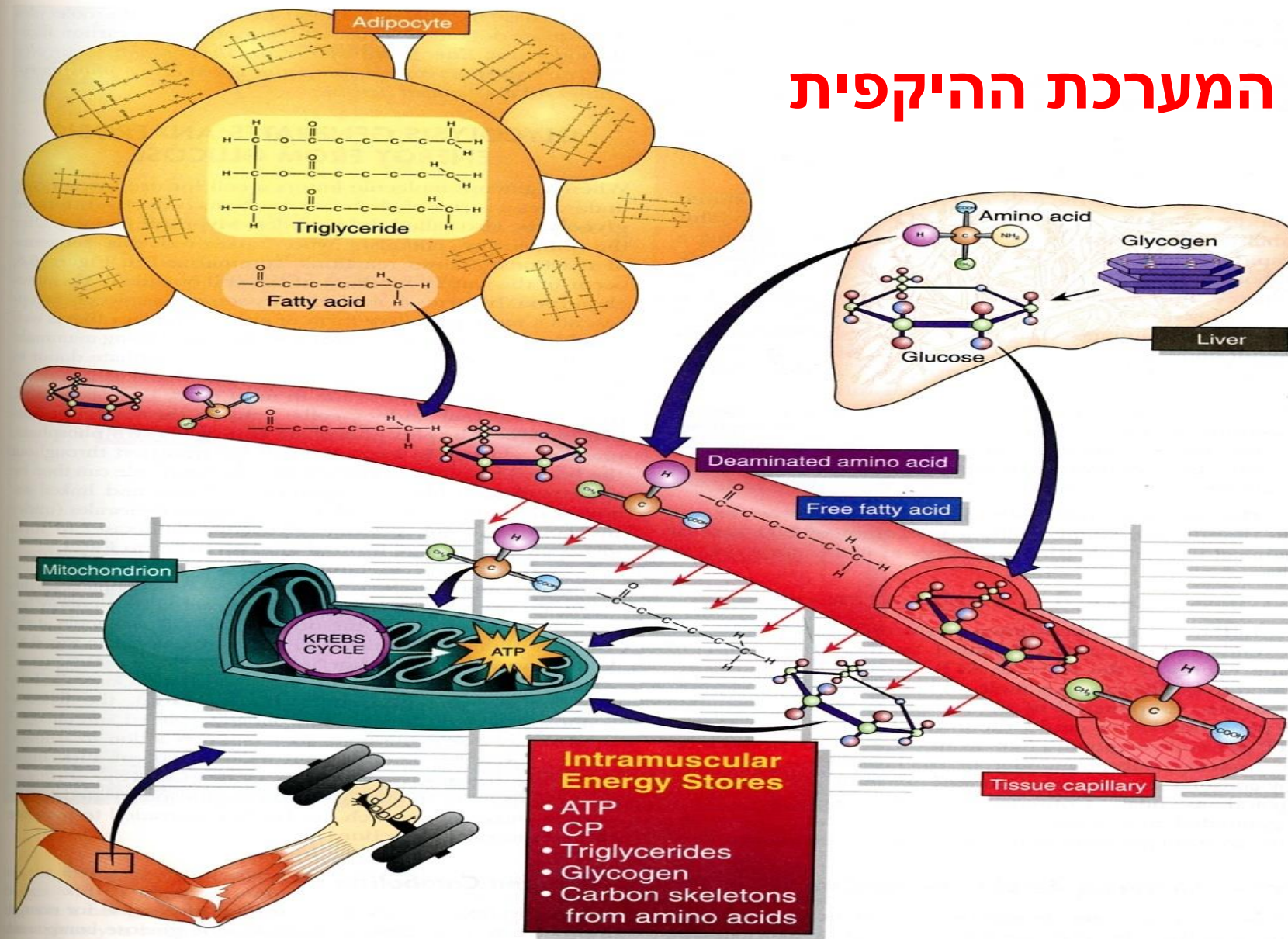


FIGURE 6.7

Basic macronutrient fuel sources that supply substrates for the regeneration of ATP. The liver is a rich source of amino acid and glucose release, while the adipocytes generate large quantities of the energy-rich fatty acid molecules. Once released, these compounds are delivered to the muscle cell via the bloodstream. Most of the cells' energy production takes place within the mitochondria. The mitochondrial complex. The intramuscular energy sources consist of the high-energy phosphates, ATP and CP, and triglycerides, glycogen and amino acids.

נציג בקצרה

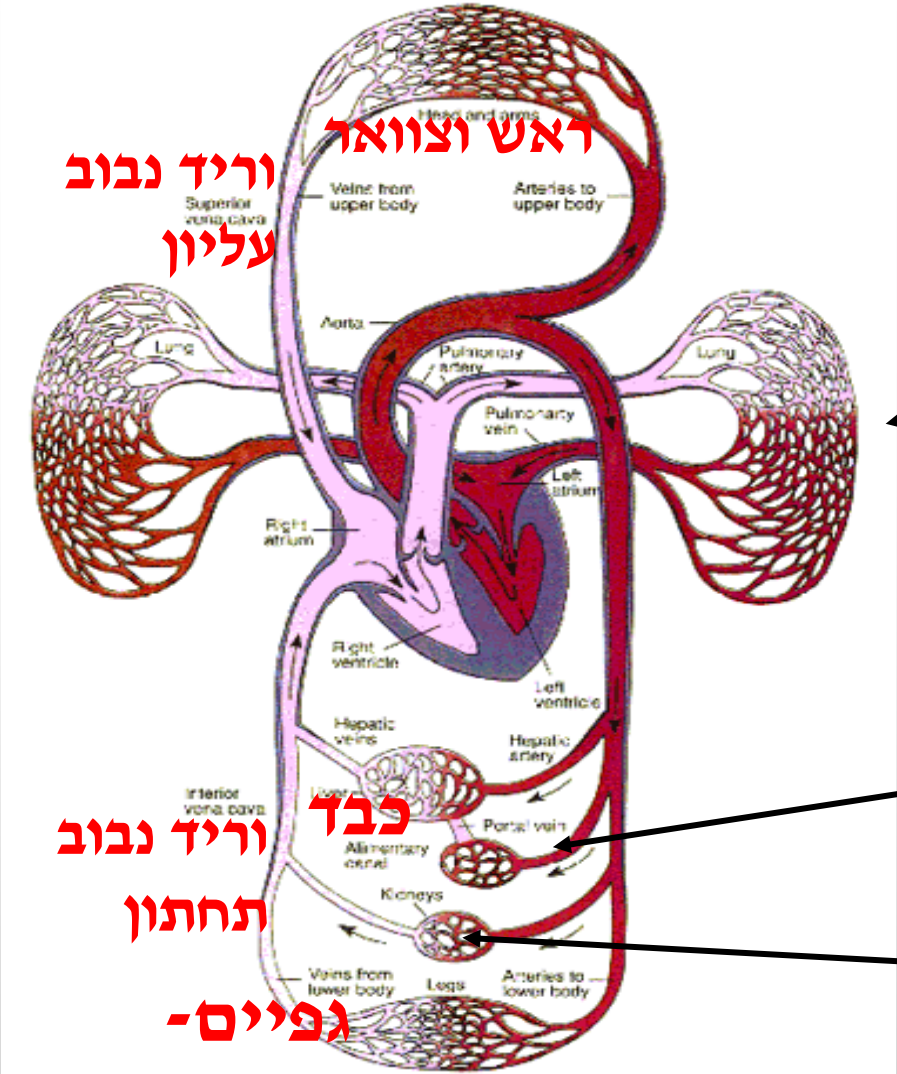
- את שריר הלב
- כלי הדם של הלב – העורקים הכליליים
- את הובלת הגירוי בשריר הלב
- נשוחח על התנהגות הלב
- במנוחה
- במאמץ
- ובהתאוששות

מערכת הלב וכלי הדם



- **המערכת בנויה משלושה מרכיבים:**
- **הלב –** משאבת הדם הדוחפת לריאות ולגוף דם.
3 מליארד פע'. 24/7 .
- **מערכת ההובלה -** עורקים, ורידים ונימיות הדם.
מעל 100,000 קמ'.
- **נוזל הדם –** בממוצע כ- 5-6 ליטר לאדם בוגר.
- **זוהי מערכת סגורה הפועלת ללא הפסקה במשך כל חיינו.**

מחזור הדם הקטן והגדול



ראש וצוואר
וריד נבוב עליון

כבד
וריד נבוב תחתון
גפיים-

חלק תחתון

ריאות

וריד השער

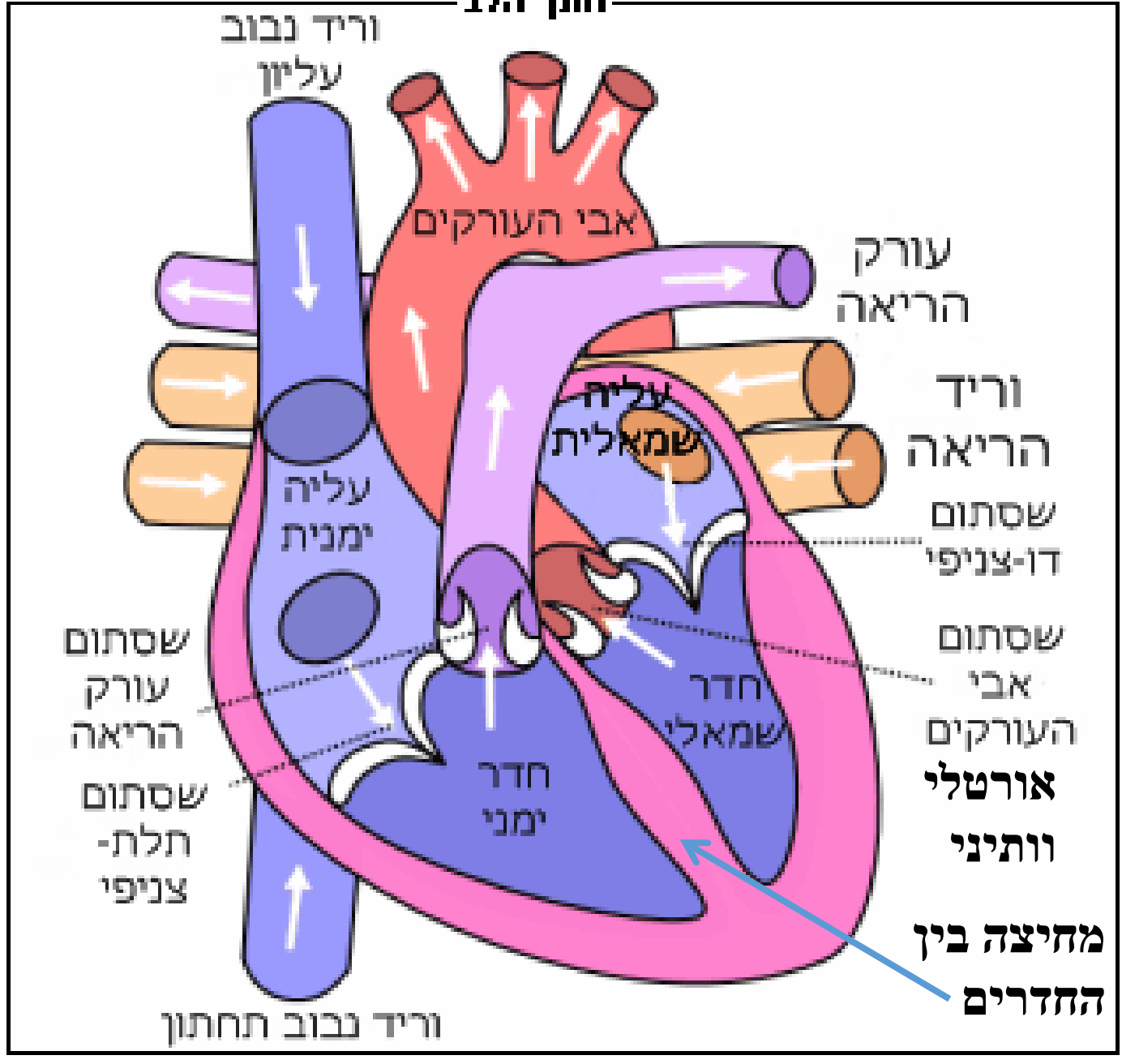
מע



מחזור הדם הקטן והגדול

- הדם זורם בתוך כלי הדם בצורה מחזורית במעגל הנקרא מחזור הדם (BLOOD CIRCULATION).
- **המחזור הקטן:** מתחיל בעליה הימנית המרכזת את הדם החוזר מהגוף (דם דל בחמצן) ע"י הוריד הנבוב העליון והתחתון. הדם זורם וממלא את העלייה הימנית, ומשם לחדר הימני. בעת התכווצות הלב הדם מוזרם **לעורק הריאה**. בריאות מתרחש חילוף גזים (שחרור CO_2 וקליטת O_2) הדם חוזר לעליה השמאלית.
- **המחזור הגדול:** הדם ה"מחומצן" חוזר לעליה השמאלית דרך עורקי הריאות - לחדר השמאלי -- אבי העורקים -- כל חלקי הגוף. מוביל חמצן וקולט CO_2 (מטבולי). כל מערכת הורידים שואבת ומנקזת את הדם מכל הגוף לעליה הימנית.

חתך הלב



שריר הלב

- הינו שריר משורטט לא רצוני
- המיוחד שבו סיבי השריר נוגעים אחד בשני לגרום להעברת גירוי מהירה יותר לכל המיוקארדיום

הלב כמשאבה

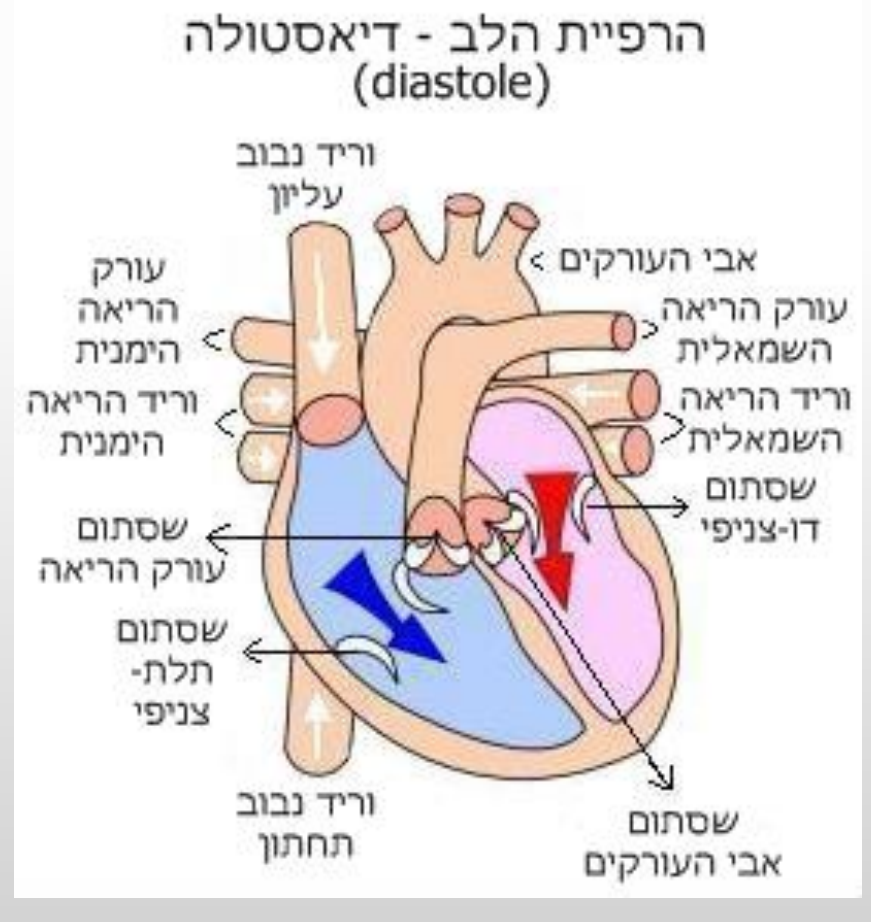
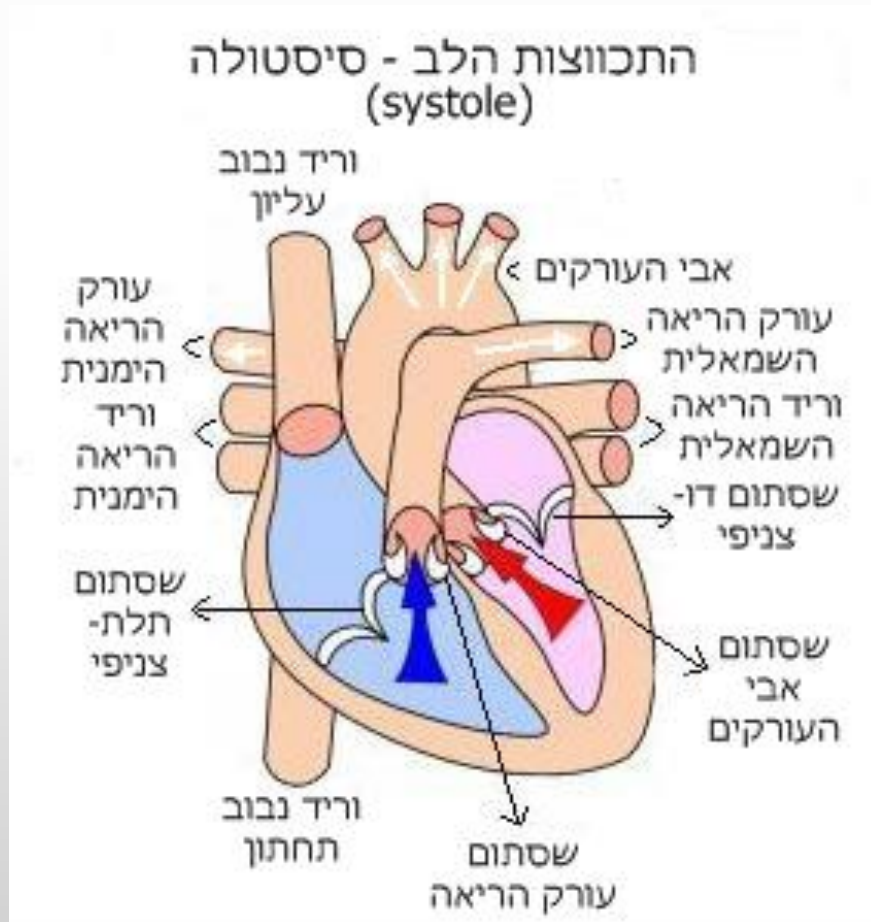
- בלב ישנן שתי משאבות נפרדות: משאבה ימנית ומשאבה שמאלית. כל אחת מהמשאבות מזרימה דם בנפרד למקום שונה אך ההתכווצות הינה במקביל.
- **המשאבה הימנית** מזרימה דם דרך עורק הריאה לריאות. זהו דם עני בחמצן. בראות מתבצעת "הנשימה החיצונית"
- **המשאבה השמאלית** מזרימה דם לתוך כלי דם גדול הנקרא אבי העורקים. כלי דם זה מספק דם עשיר בחמצן לכל רקמות הגוף.

כיווץ הלב

- מתחלק לשני חלקים כיווץ והרפיה
- סיסטולה של העליות (העליות מתכווצות) דם נדחף לחדר השמאלי והימני
- סיסטולה של החדרים (החדרים מתכווצים) דם נזרק לאבי העורקים ולעורקי הריאות)
- דיאסטולה של העליות (העליות משתחררות ודם חודר אליהן מהגוף)
- דיאסטולה של החדרים (החדרים משתחררים ודם עובר אליהן מהעליות)
- בזמן מאמץ קצב הלב עולה יותר על חשבון הדיאסטולה מאשר הסיסיטולה
- מכאן במאמץ זמן המילוי מתקצר

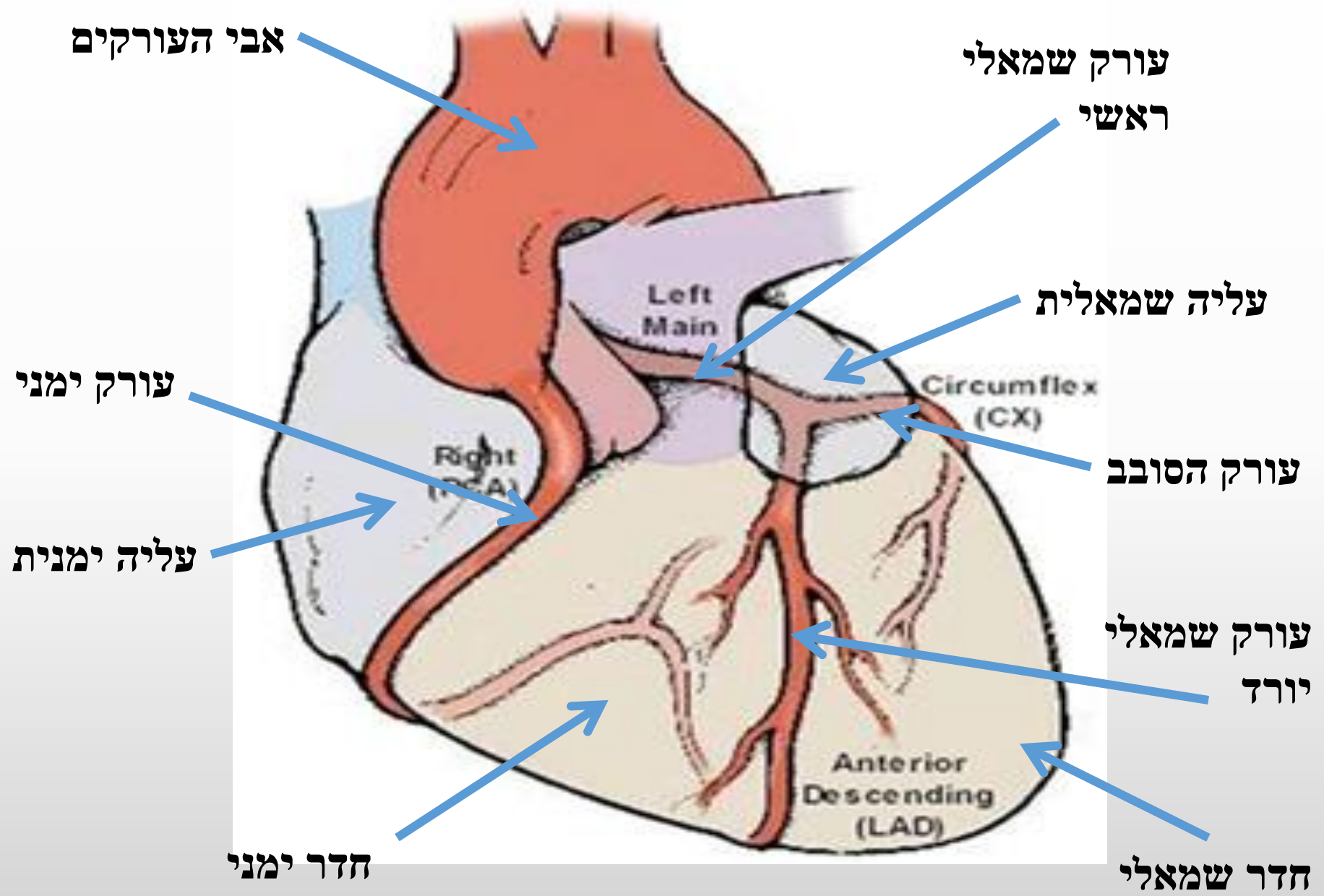
סיטולה- כיווץ של החדרים דם
ממלא את החדרים המתכווצים
הלחץ עולה כאשר הלחץ בחדרים
גדול יותר מהלחץ בעורקים דם
מוזרם מהחדרים לעורקים
המתאימים

דיאסטולה- הרפיה של
החדרים דם מגיע מהגוף
דרך הורידים לעליות, מהם
לחדרים, המסתמים בין
העליות לחדרים פתוחים

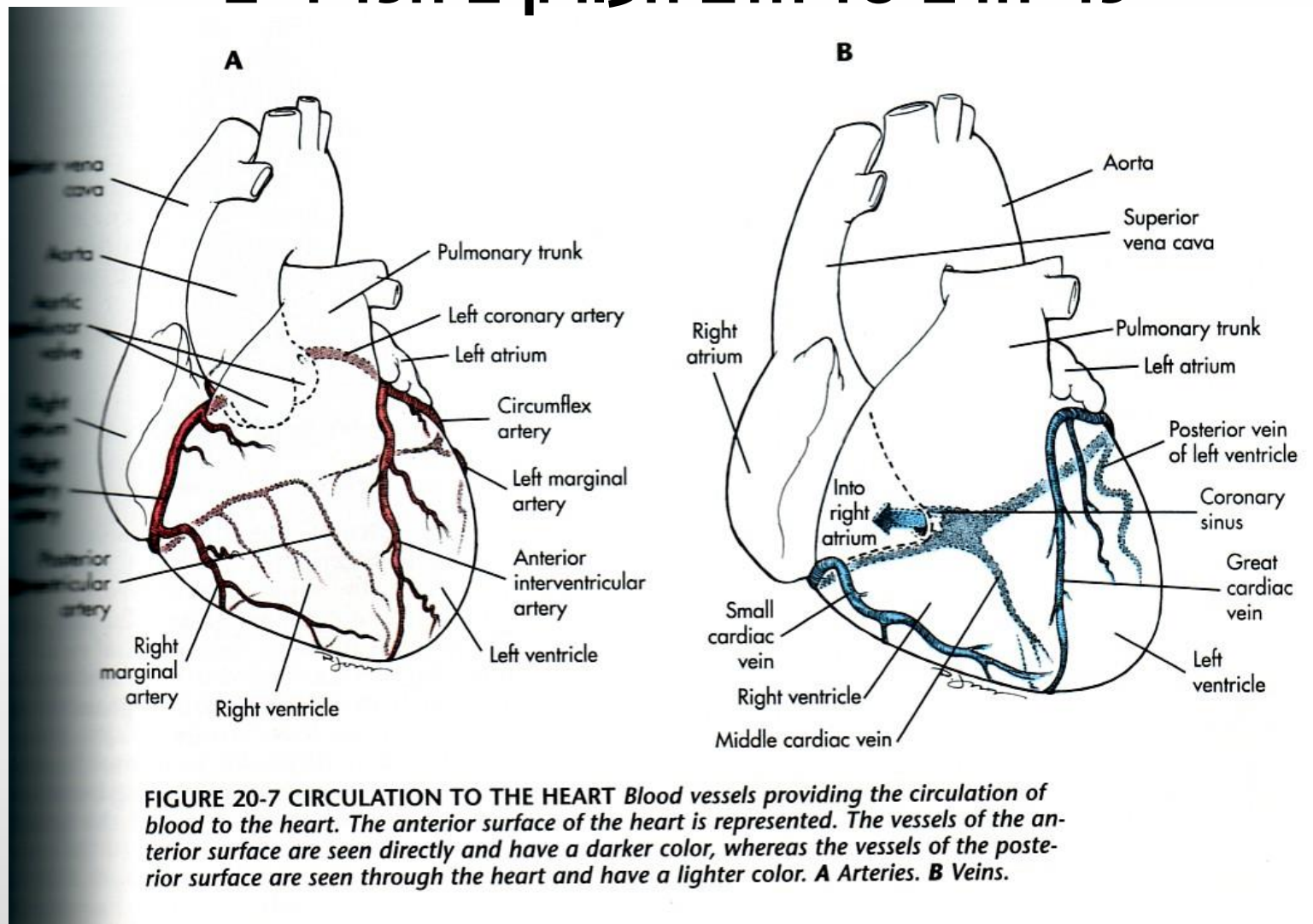


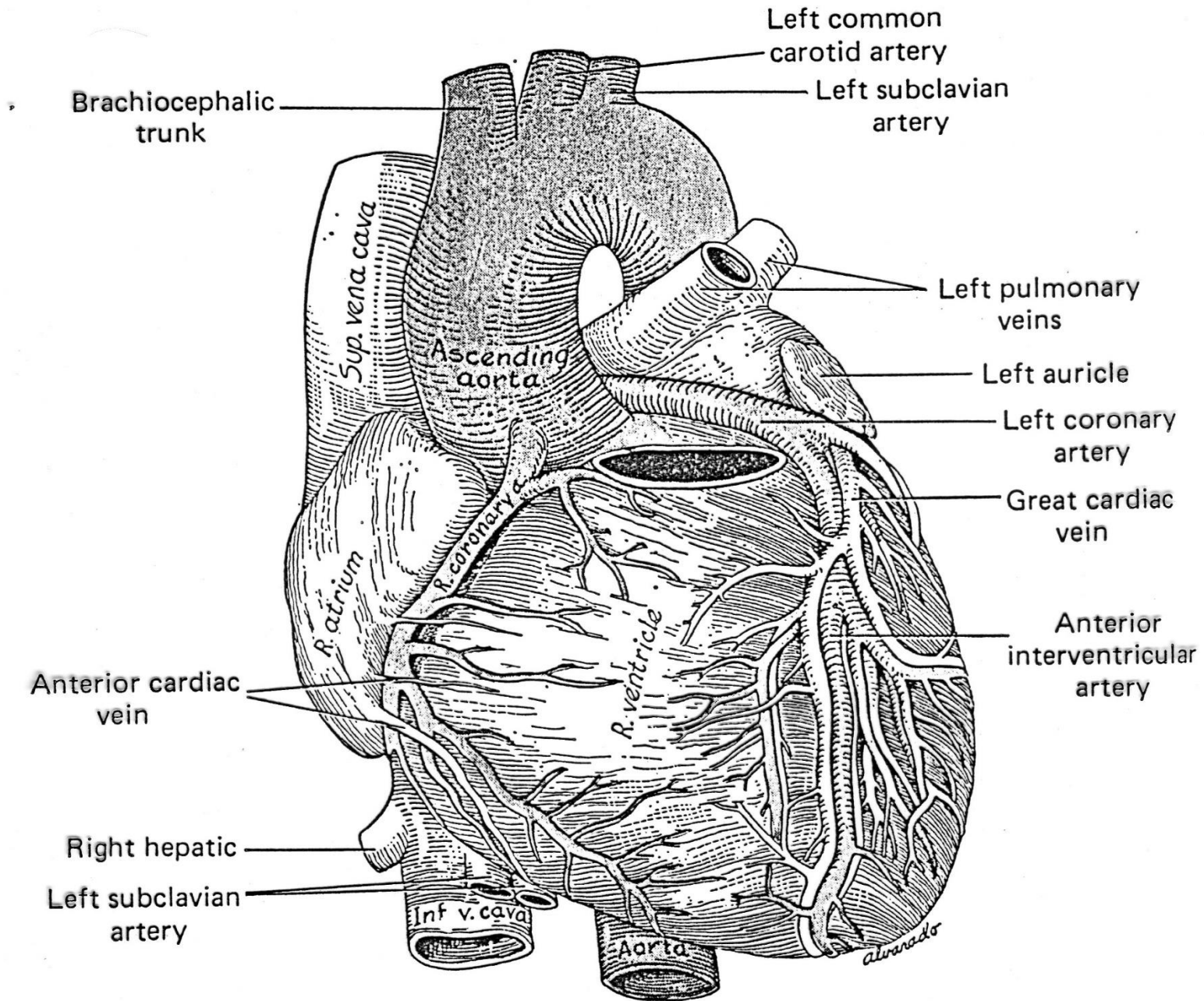
אספקת הדם לשריר הלב

העורקים הכליליים



כלי הדם של הלב העורקים הכליליים





התכנונות הלב ע"י המערכת החשמלית של הלב

לשריר הלב ישנה "הפעלה" עצמאית, שפעולתה מווסת ע"י המערכת האוטונומית והיא משדרת הנחיית כיווץ חשמלית ללב כולו. מערכת זו אחראית על כיווץ העליות והחדרים בתזמון תקין במשך כל שנות חיינו.

העליות מתכוננות (סיסטולה של העליות) ראשונות ואחרי 0.1 שני' מתרחשת התכוננות החדרים (סיסטולה של החדרים). ללב יש שני קוצבים כאשר במצב תקין הקצב נקבע ע"י קוצב הלב הראשי.

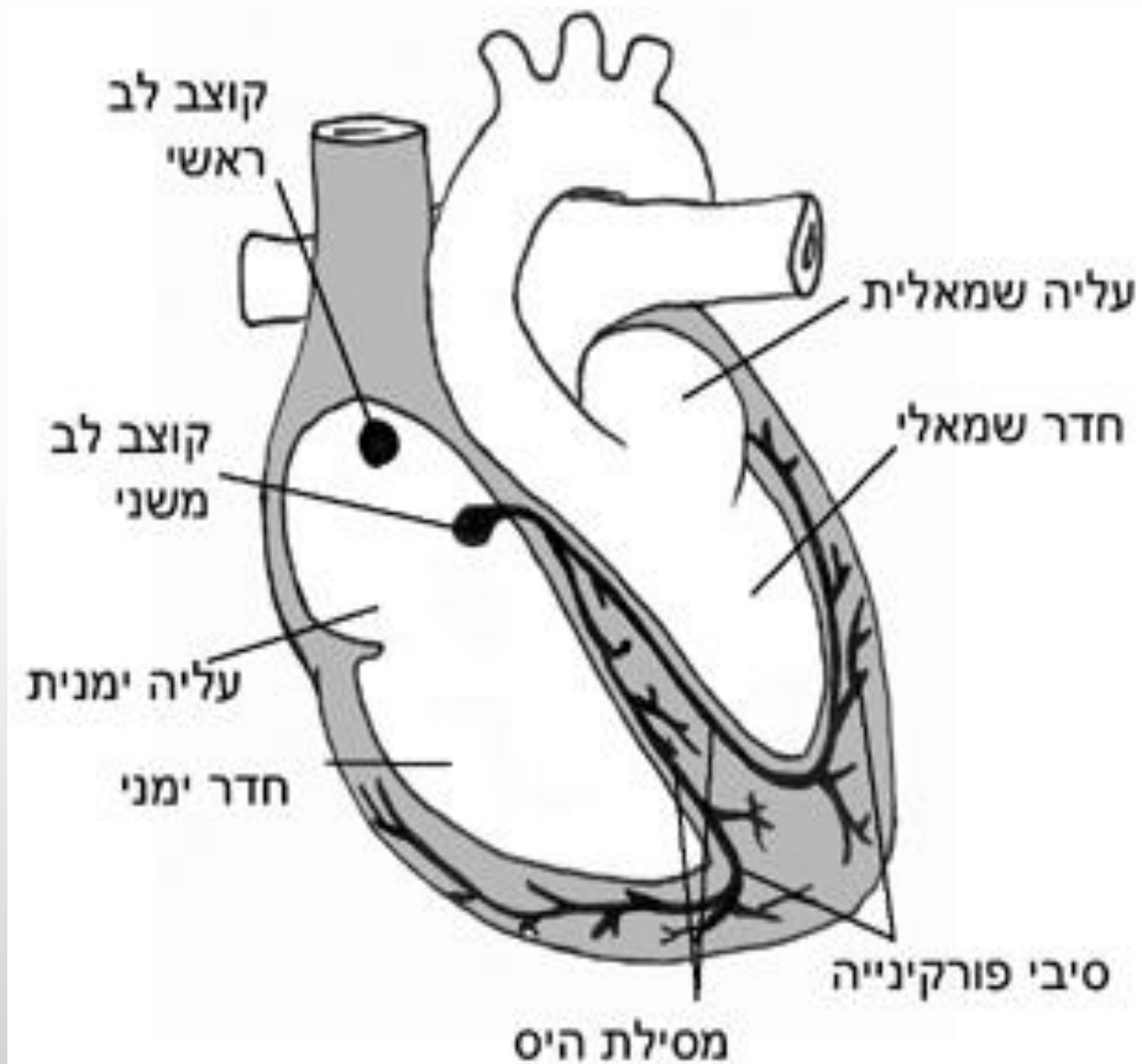
התכונות הלב ע"י המערכת החשמלית של הלב

שני הקוצבים נמצאים בעליה הימנית. **הקוצב הראשי** (S.A.NODE) נמצא בחלק העליון של העלייה ליד פתח הכניסה של וריד נבוב עליון.

הקוצב המשני A.V. NODE נמצא בחלקה התחתון של העליה הימנית ליד השסתום התלת מפרשי.

הקוצבים עצמם זוהי רקמה שרירית שהתנוונה והפכה לרקמה עצבית. היכולה ליצור גירוי בקצב מהיר מהרגיל.

מרכיבי מערכת ההולכה החשמלית של הלב



מערכת העצבים של הלב

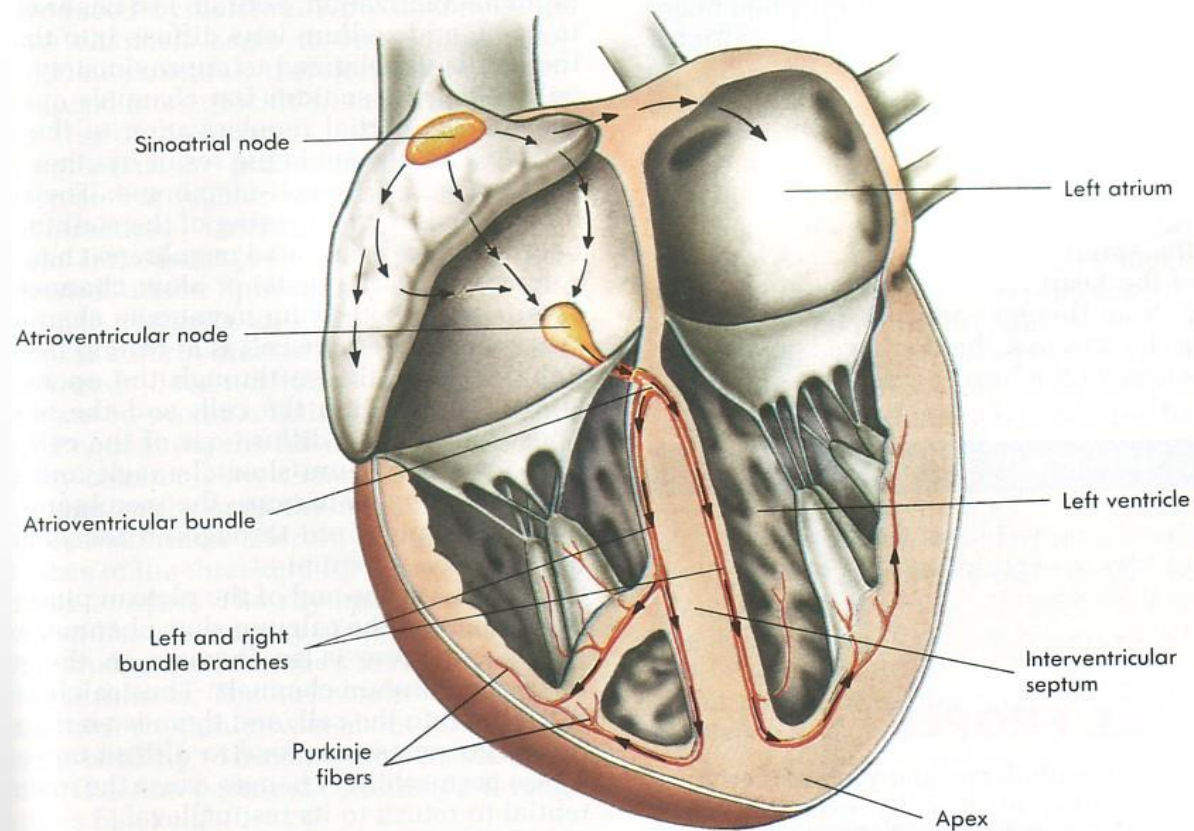


FIGURE 20-12 CONDUCTING SYSTEM OF THE HEART Action potentials (arrows) travel across the wall of the right atrium from the SA node to the AV node. The atrioventricular bundle extends from the AV node, through the fibrous skeleton, to the interventricular septum, where it divides into right and left bundle branches. The bundle branches descend to the apex of each ventricle and then branch repeatedly. The Purkinje fibers from the bundle branches carry action potentials to the ventricular walls.

תפוקת הלב

$$Q = HR \times SV \cdot$$

תפוקת הלב

- **Heart Rate (HR) - קצב הלב -**
מס' פעימות הלב בדקה (סיסטולה של חדרים)
- **Stroke Volume (SV) - נפח הפעימה -**
כמות הדם שהחדרים מוציאים בפעימה אחת.
- **Cardiac Output (Q') - תפוקת הלב -**
כמות הדם היוצאת מחדר שמאל בדקה אחת !

$$Q = HR \times SV$$

• **מנוחה:**

- $70 \text{ מ"ל} \times 70 \text{ פ/ד} = 4,900$ כ – 5 ליטר לדקה
- ככל ש ה – SV גבוה יותר ה – HR יורד במנוחה או במאמץ נתון תת-מרבי

• **מאמץ מרבי ספורטאי צמרת:**

- $200 \text{ מ"ל} \times 200 \text{ פ/ד} = 40,000$ מ"ל לדקה או 40 ליטר = מאמץ מרבי
- נשים כ – 15% עקב ההבדל בגודל הפיזי

- במנוחה נע בין 40 – 100
 - 40 רצי מרתון –
 - יכול לקרות אצל לא בריאים כתוצאה בעיות בהולכה חשמלית או מתרופות
 - נורמאלי בין 60 – ל – 80
 - מעל 80 בעלי כושר גופני לקוי, מעל 90, 100 פ/ד' פגמים במערכת ההולכה, השפעות הורמונאליות וכדומה טיפול פע"ג / תרופות
- מאמץ תת-מרבי בין 90-100 ועד דופק מרבי
- דופק מרבי – הגדרה על אף עליית המאמץ הדופק אינו עולה
- בדיקה קשה ביותר, אבל מומלץ אצל ספורטאים
- לכן משתמשים בדופק מרבי חזוי שהוא שווה גיל – 220
- לא מדויק אבל לא רצוי לבצע מאמץ מרבי כי יש בזאת סכנה,
- דופק מרבי מושפע מהגיל, מין, כושר גופני, מחלות, תרופות, חרדה ועוד
- הדופק יכול להגיע ל – 180-200 פעימות לדקה תוך כ – 4 – 8 שניות של מאמץ בכל הכוח

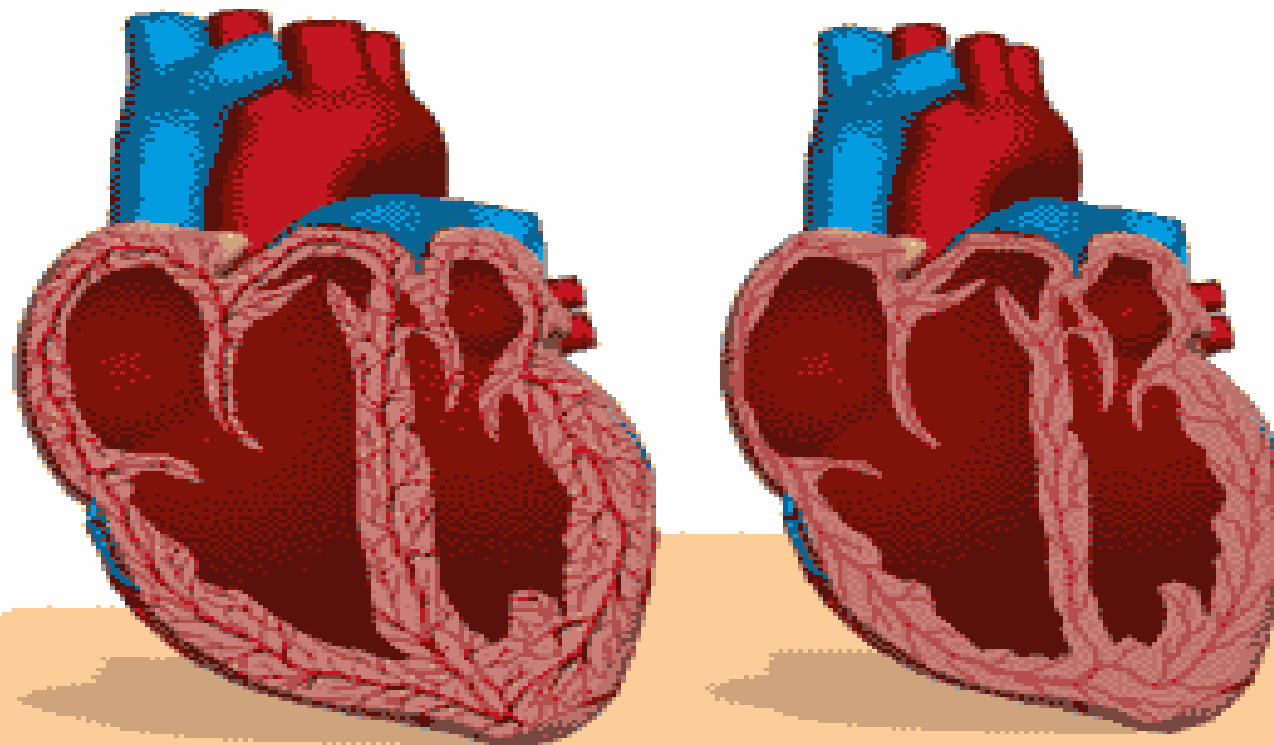
נפת הפעימה SV

- במנוחה נע בין 70 – ל – 100 מ"ל לפעימה - כיווץ אחד
- אצל מאומנים אירובי, במנוחה +100 - עקב יכולת הכיווץ הטובה יותר של שריר הלב
- במאמץ תת-מרבי ה – SV עולה כתגובה למאמץ ומגיע לשיאו בדופק של כ – 150 פ/ד'
- מכאן אין צורך במאמץ מאוד קשה בכדי לשפר את יכולת הכיווץ של שריר הלב שזו מטרה ראשית של אימון אירובי
- אימון בדופק גבוה מקצר את זמן המילוי של החדר השמאלי, לכן כמות הדם בחדר השמאלי קטנה ולכן כמות הדם הנזרקת לאבי העורקים קטנה.
- אימון בדופק מעבר ל 150 (לערך) פ/ד' גורם לקבלת כמות אנרגיה רבה יותר דרך המערכת האנאירובית.

התאוששות

- התאוששות מצב של מנוחה – (או ירידה בעומס של הפעילות הגופנית) לאחר מאמץ
- תדירות הדופק יורדת מידיה (יחד עם ה-Q ו ה-SV) לאחר סיום המאמץ
- בתחילה קצב ירידת הדופק הוא מהיר ביותר ולאחר כמה עשרות שניות (כדקה) קצב הירידה מואט
- אצל בעלי כושר גופני אירובי הירידה היא מאוד מהירה – כ – 30-40 פעימות ויותר לדקה

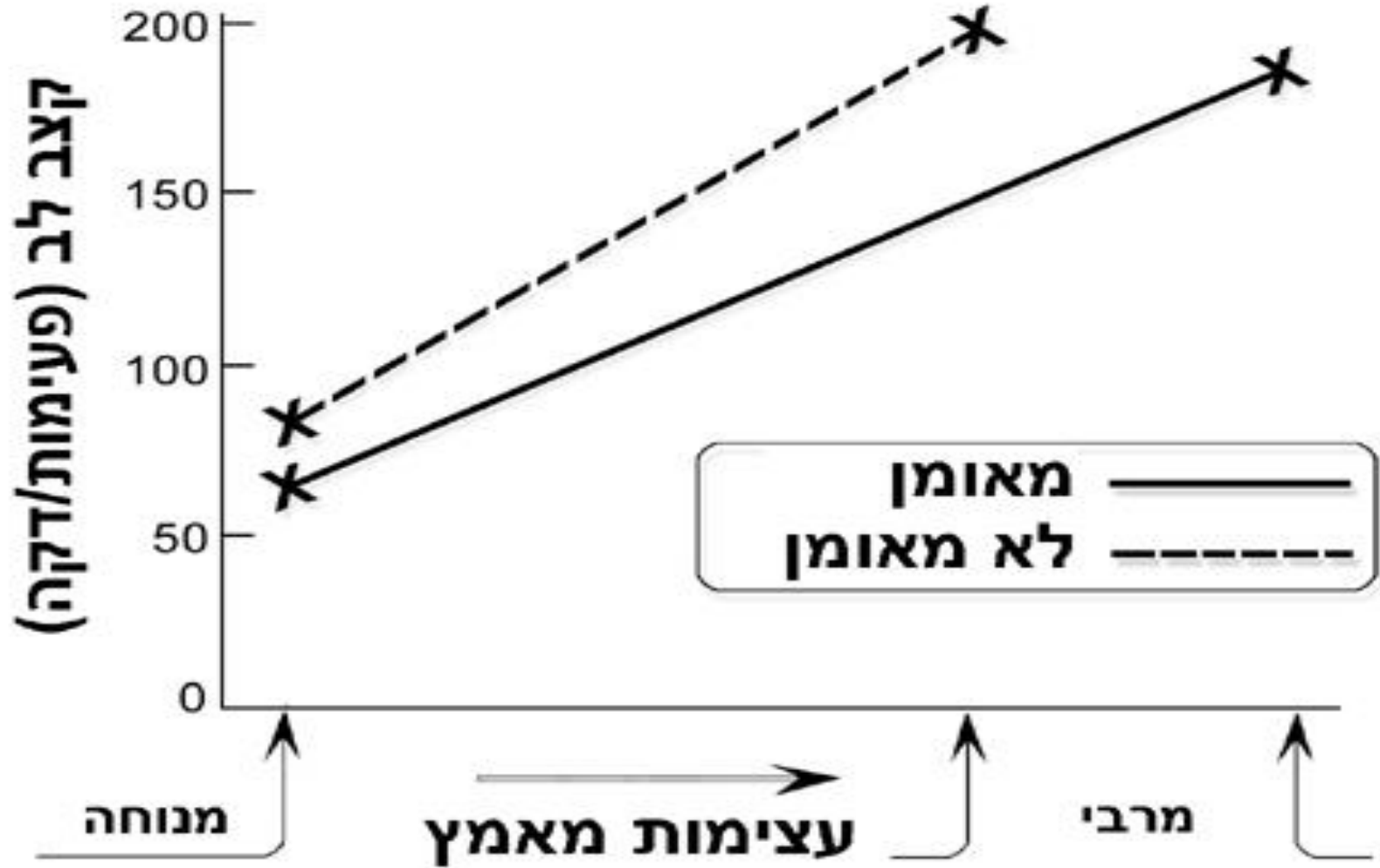
שינויים מורפולוגיים בלב
כתוצאה מאימון כרוני



ליבו של אדם
שעוסק בפעילות גופנית

ליבו של אדם שאינו
עוסק בפעילות גופנית

הבדלים בדופק בעת פעילות גופנית בין המאומן והלא מאומן

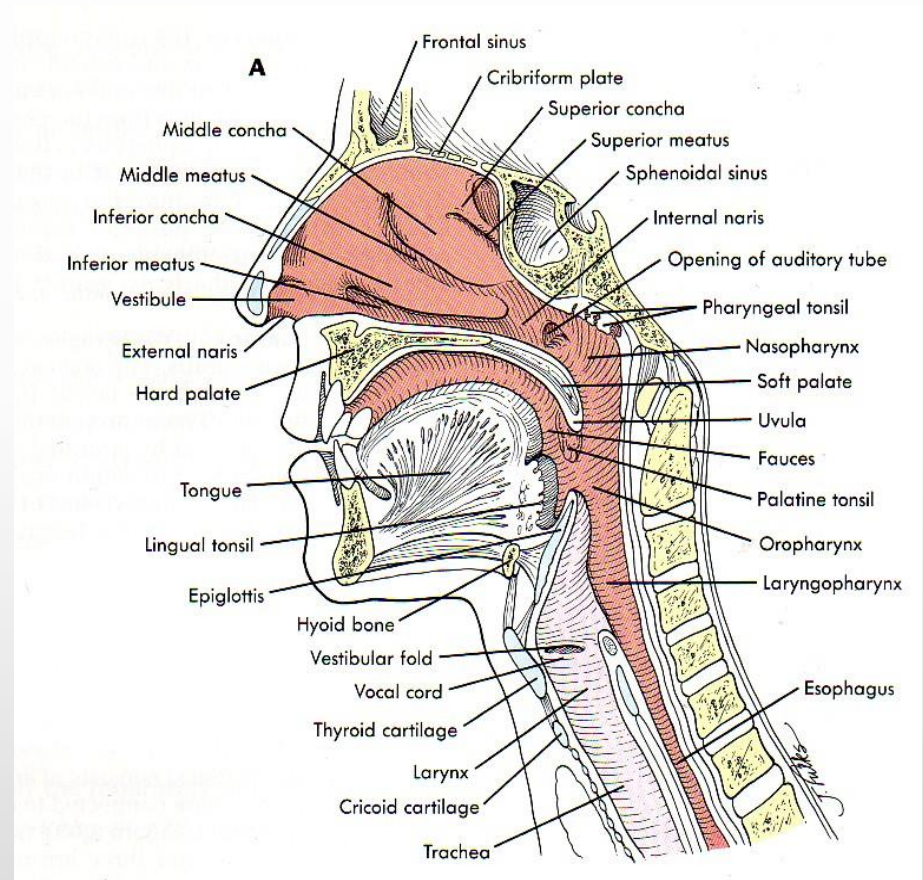
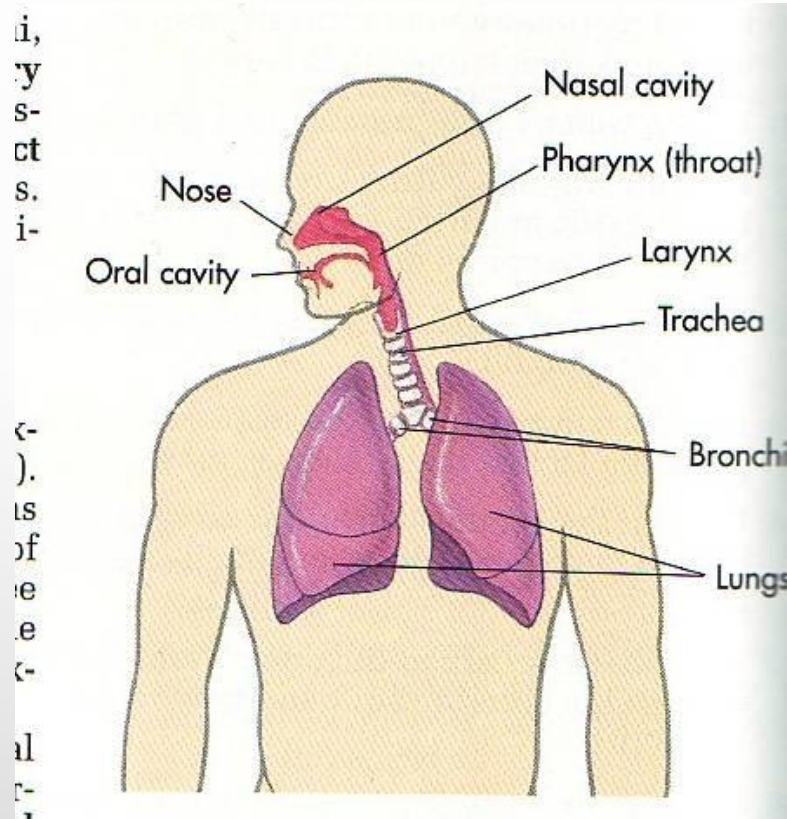


**מערכת הנשימה - שרירים, וויסות חום
לא שוחחנו לידיעתכם וללימוד לעצמי
למעוניין**

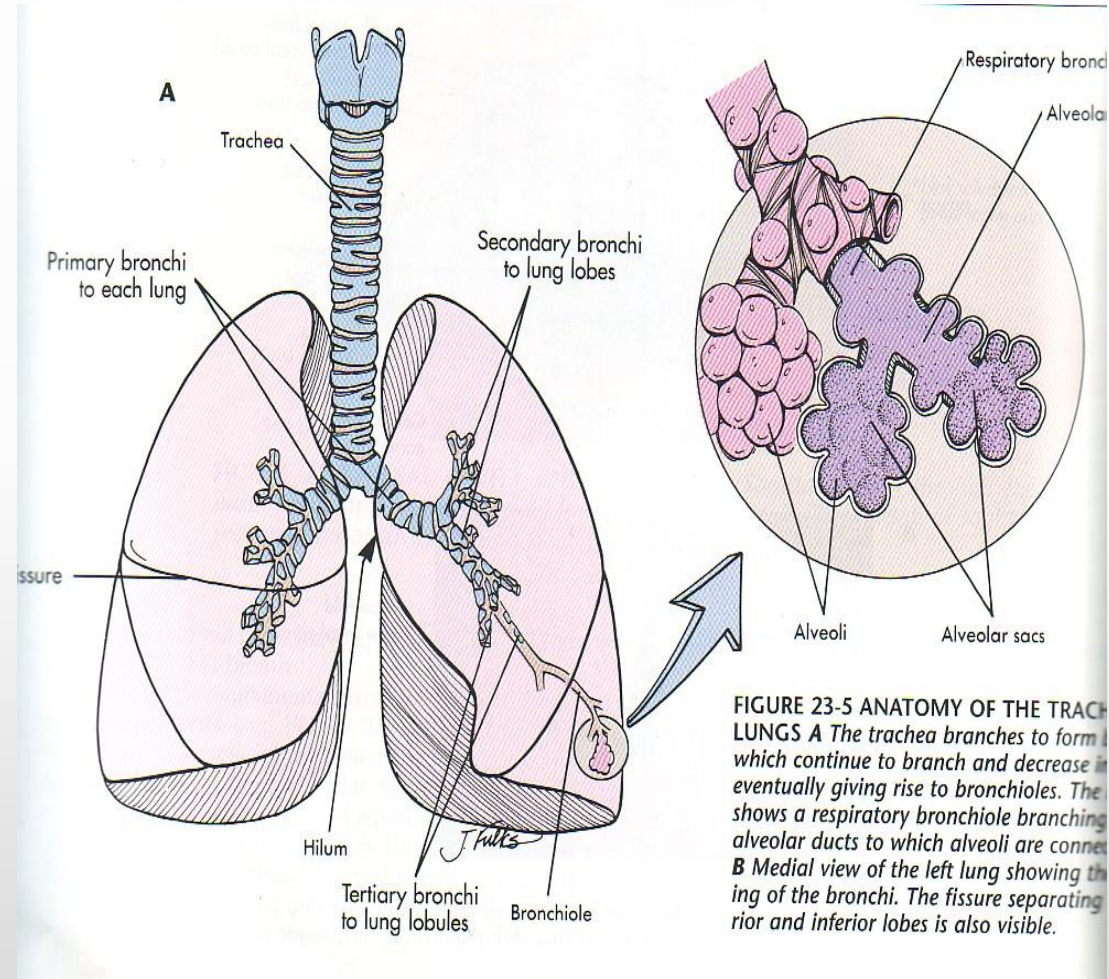
מערכת הנשימה – אצל האדם

- צריכת החמצן וסילוק דו תחמוצת הפחמן חייבים להיות בפרופורציה לדרישות האנרגטיות של הגוף
- מערכת הנשימה בנויה ממערכת של צינורות – פתחים בגולגולת (פה, אף) צוואר ובית חזה
- כניסת האוויר ויציאתו נעשים דרך האף-נחיריים או הפה קנה הנשימה אל ומהריאות
- הריאות מתחלקות לריאה ימנית ושמאלית
- באלוואולריות – נאדיות נערכים חילופי הגאזים

מערכת הנשימה חזרה



מערכת הנשימה חזרה - המשך



מערכת הנשימה - כללי

- התא החי חייב לקבל חמצן (O_2) לחילוף החומרים ליצירת אנרגיה ולענות על הצרכים המשתנים של הגוף

- תחלופת החמצן ודו תחמוצת הפחמן תלויה במרחק שעל המולקולות לעבור ובהפרש הלחצים בין הגזים לבין עצמם, בסוג ה"מכשול" ועוד

מערכת הנשימה – אצל האדם

- הנשימה (Ventilation) מורכבת משאיפה ונשיפה ותלויה בהבדלי לחצים משתנים בבית החזה.
- התהליך שבו אוויר חיצוני נשאף אל הריאות ואוויר פנימי יוצא נקרא איוורור הריאות (Pulmonary Ventilation)
- שאיפה מתרחשת כאשר נפח בית החזה גדל על ידי: ירידת הסרעפת, תזוזת הצלעות הצידה ומעלה (תנועת ידית של דלי), עליית עצם החזה מעלה וקדימה (תנועה הדומה לתנועה של ידית של ברז שאיבה ישן בחצר)

מערכת הנשימה – אצל האדם

- האוויר הנשאף, כאשר הוא מגיע לריאות, חייב להיות רווי באידי מיים, מחומם לטמפרטורת הגוף, ונקי מאבק וחומרי פסולת אחרים ("מיזוג אוויר")

הריאות

- השטח הכלי של הריאות = 60 מ"ר (כחצי מגרש טניס)
כדי ליצור שטח מגע גדול ככל האפשר בין הגאזים
(חמצן ודו תחמוצת הפחמן) והדם
- נפח הריאות נע בין 4 ל – 6 ליטרים בממוצע, תלוי בגיל
במין, ובגובה (ספורט חוץ משחיה לא משפיע על נפחי
ריאות)

"מיזוג אוויר"

- קושי הפעילות גופנית מותנה, בין השאר, בטמפרטורה החיצונית, (חום או קור), או ברטיבות האוויר (לחות יחסית)
- האוויר הנישאף יכול להיות קר (אלפים), חם (חמסין), יבש או לח ובדרך כלל לא נקי
- לחות יחסית מוגדרת כיחס בין כמות אידי המים המצויה באוויר לבין כמות אידי המים שהאוויר יכול להכיל בטמפרטורה מסוימת

"מיזוג אוויר" 4 ליחלוח

- האוויר החודר (אף/פה) נתקל מיד בסביבה רטובה וסופג משם את הרטיבות, האוויר היבש נרטב על ידי הרוק לפי הצורך
- בסופו של תהליך האוויר המגיע לריאות רטוב
- מדוע נשיפה בתנאי קור גורמת לאידיים?

"מיזוג אוויר" 2 ניקוי

- האוויר הנשאף אינו נקי, מיד כאשר הוא חודר לאף החלקיקים הגדולים (יחסית) נתפסים על ידי השערות באף
- בפה החלקיקים נתפסים באזורים הלחים ובמעבר הצר של קנה הנשימה
- הרטיבות והריסים בדרכי הנשימה מסלקים חלקים קטנים יותר
- החלקיקים שהצליחו לחדור יסולקו על ידי חד תאים ברקמת הריאות. הם עוטפים את החלקיקים ומסלקים אותם (כאמבות)

"מיזוג אוויר" 3 חימום האוויר

- **האוויר הנשאף עובר דרך קנה הנשימה ומשם לריאות. צינורות אלו מלאים באוויר קודם. לוקח 4 נשימות עד שהאוויר החיצוני מגיע לריאות ובדרך הוא מתחמם**
- **בריאות יש תמיד אוויר (אוויר השארית) כליטר או מעט יותר. אוויר זה מצוי בטמפרטורת הגוף ומחמם את האוויר שמגיע מהחוץ**
- **תחושת הצריבה בגרון והשיעול לאחר מאמץ כגון ריצה בחוץ בימים קרים, נגרמת עקב חימום האוויר באזור הגרון**

נאדיות - Alveoli

■ הריאות מורכבות מ - 600 מיליון נאדיות (מעין שקיות) חילופי הגזים מתרחשים בין האוויר שבתוך הנאדיות לבין הדם

■ במנוחה כל דקה עוברים כ - 250-300 מ"ל לדקה (-0.250 0.300 ליטר לדקה) של חמצן מהריאות לדם ובמקביל נפלטים כ - 200 - 210 מ"ל של דו תחמוצת הפחמן

■ קיימת חשיבות מרובה ליחס בין כמות האוויר המגיעה לסך כל הנאדיות ובין כמות הדם (נימות דם) העוטפת את הריאות

יש להבדיל בין איוורור הריאות (Ve) ואיוורור הנאדיות (Va)

איוורור = הנאדיות (מ"ל/ד')	- נפח בד' (מ"ל)	= נפח השטח המת (מ"ל/ד')	X קצב נשימה (פ/ד')	אוויר מתחלף (מ"ל)	תנאים
4,200	6000	150 מ"ל X 12	12	500	נשימה נורמלית
5,100	6,000	150 מ"ל X 6	6	1000	נשימה עמוקה

ערכים ממוצעים ל' נשים גברים		הגדרה	נפח/קיבולת ריאות
500	600	נשימה רגילה: נפח אוויר נשאף או נינשף במנוחה	Vt –Tidal volume
1,900	3,000	נפח השאיפה הרזרבי: שאיפה מרבית בסיום שאיפה רגילה	Inspiratory Reserve Volume IRV
800	1,200	נפח השאיפה הרזרבי: נשיפה מרבית בסיום נשיפה רגילה	Expiratory Reserve Volume ERV
4,200	6,000	קיבולת ריאות כללית: נפח אוויר בריאות לאחר שאיפה מרבית	Total Lung Capacity TLC
1,000	1,200	אוויר השארית: נפח האוויר בריאות לאחר נשיפה מרבית	Residual Lung Volume RLV
3,200	4,800	קיבולת חיונית בכוח: נפח מקסימאלי נינשף לאחר שאיפה מרבית	Forced Vital Capacity FVC
2,400	3,600	קיבולת שאיפתית: נפח מרבי נינשף לאחר שאיפה רגילה	Inspiratory Capacity IC
1,800	2,400	קיבולת שארית פונקציונאלית: נפח האוויר בריאות לאחר נשיפה רגילה	Fuctional Residual Capacity FRC

התנועה של שם וולסלובה (Valsalva Maneuver)

שרירי הנשימה:

1. עוזרים בהכנסה והוצאת אוויר
2. מאפשרים שיעול והתעטשות
3. תורמים לייצוב אזורי הבטן והחזה בזמן הרמת משקלות כבדים
4. סגירת ה-glottis (תיבת הקול) החלק הצר של הגרון במעבר האוויר לקנה הנשימה
5. נשיפה כנגד גלוטיס סגורים מאפשרת יציבות של החלק העליון של הגוף ועוזרת בביצוע מאמצי משקולות קשים למשך זמן קצר

תוצאות פיזיולוגיות של התנועה של שם וולסלוה (Valsalva Maneuver)

זמן ארוך של כ – 10 שניות גורם:

1. העלאת הלחצים בבית החזה המעוברים דרך הקירות הדקים של הורידים העוברים בבית החזה
2. הורידים בבית החזה מתמוטטים - נחסמים
3. נגרמת הקטנה של זרימת הדם אל הלב
4. מקטין חזרה ורידית ללב
5. מקטין את נפח הפעימה
6. לחץ הדם יורד מתחת לרמת המנוחה

התנועה של שם וולסלוה - המשך

שמירה על מצב זה זמן ארוך בתרגילים סטטיים מלאים או חלקיים

1. מקטינים את כמות הדם המגיעה למוח וגורמים

2. להופעת "נקודות" לפני העיניים

3. ואפילו להתעלפות

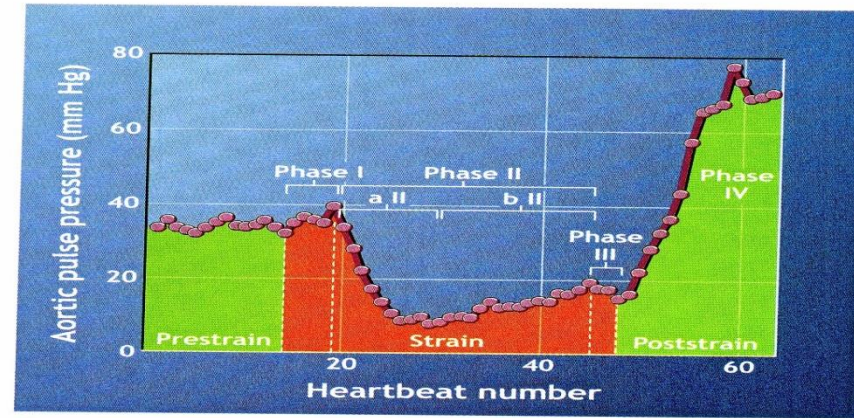
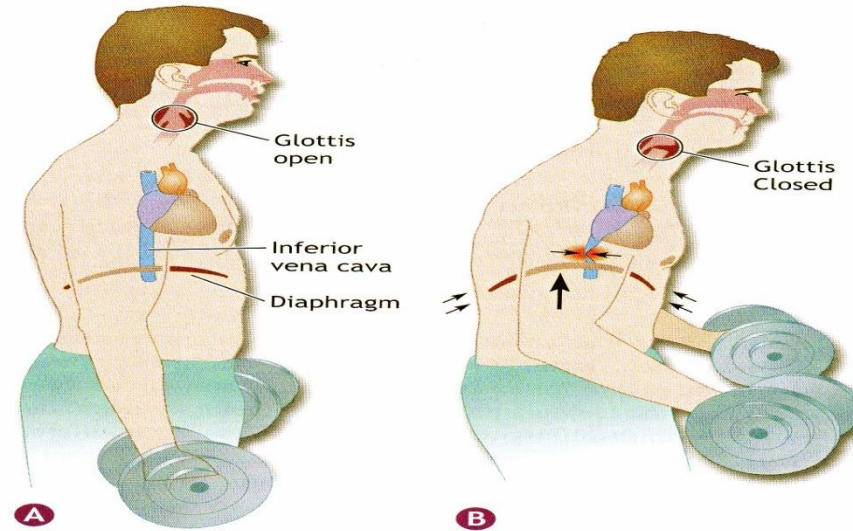
4. פתיחת הגלוטיס גורם להחזרת לחץ הדם לנורמאלי ואפילו להעלותו במהירות

5. השורה התחתונה לנשוף בעת ביצוע

המאמץ

th
ig
n
ss

l-
y-
e-
st
n-
e-
s-
y-
s-
g-
e-
l-
t-
-
-
a-
-



C

Figure 12.11 The Valsalva maneuver reduces the return of blood to the heart because increased intrathoracic pressure collapses the inferior vena cava that passes through the chest cavity. **A.** Normal breathing. **B.** Straining exercise with accompanying Valsalva maneuver. **C.** Typical normal response of aortic pulse pressure with a Valsalva maneuver during calibrated muscle strain. The figure illustrates 63 consecutive heartbeats (●). High-fidelity aortic pressure recordings were obtained at the aortic root level. Pulse pressure represents systolic pressure minus diastolic pressure. (Data from Hébert J-L, et al. Pulse pressure response to the strain of the Valsalva maneuver in humans with preserved systolic function. *J Appl Physiol* 1998;85:817.)

צריכת חמצן מרבית

היכולת האירובית של האדם

. יכולת אירובית (Cardio-respiratory Fitness)
Aerobic Power



VO_2max

סף חומצת חלב

ריצות בינוניות

מאת: ד"ר עמוס גרודזינובסקי (Ph.D.)

בדיקת צריכת חמצן מרבית ג'יצו יוסף – במכון וינגייט



הגדרה של סבולת לב ריאה (הספק אירובי)

- יכולתם של מערכת לב ריאה, כלי הדם, השרירים ושאר מערכות בגוף האדם לעמוד בעומס תת מרבי לאורך זמן ארוך ככל האפשר וברמה הגבוהה ביותר האפשרית (סבולת אירובית - בעיקר סף חומצת החלב)
- הספק אירובי מרבי מוגדר כצריכת חמצן מרבית – מתאים יותר לריצות בינוניות
- מותנה במערכות המרכזית והפריפרלית

המערכות המרכזית והפריפרלית

• שרשרת הנשימה

• בצורה פשוטה יכולתו של האדם לקלוט חמצן מהאוויר ולהעביר אותו לכל תאי הגוף

• לב ריאות וכלי הדם - **מערכת מרכזית**

• חמצן מהדם אל התאים למיטוכונדריות ויצירת ATP
במיטוכונדריות - **מערכת פריפרלית**



משתנים המשפיעים על יכולת המאמץ לטווח ארוך (בין 30 דקות לשעה – הספק אירובי)

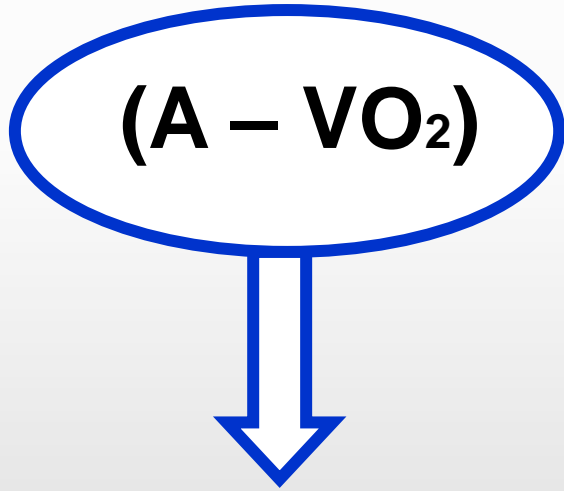


נוסחת פיק

$$VO_2 = HR \times SV \times (A - VO_2)$$

תפוקת הלב נמדדת בליטר לדקה
ההפרש בריכוז החמצן נמדד
במ"ל O₂ ל- 100 מ"ל דם

צ"ח = תפוקת הלב X
ההפרש בין ריכוז החמצן
בעורק ובווריד



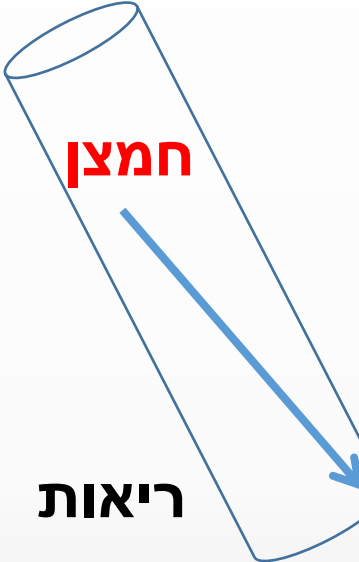
מצביע על התפקוד
הפריפרלי או מקומי



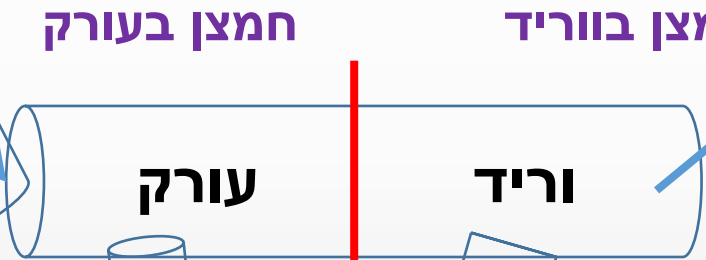
מצביעה במיוחד על תפקוד המערכת
המרכזית, ריאות, הלב וכלי הדם

הסבר (A-Vo2) diff

אוויר חיצוני



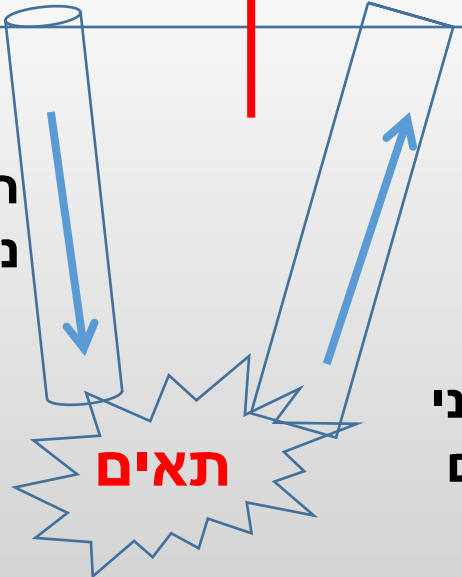
ההפרש בין כמות החמצן בעורק לבין זו שבווריד = לכמות החמצן שהועברה לתאים - לחמצן שהאדם השתמש



אוויר חיצוני

החמצן שלא נוצל על ידי התאים מוחזר לוורידים וננשף החוצה

חמצן מהעורקים נמסר לתאים



פחמן דו חמצני וחמצן נמסרים לוורידים

סף חומצת החלב סח"ח

Lactate Threshold

וצריכת חמצן מרבית

שרירים - חזרה בקצרה

- שרירים מאפשרים תנועה
- תנועה תלויה באנרגיה כימית (ATP) והפיכתה לאנרגיה מכנית
- תנועה = עבודה = כוח \times דרך = ק"ג \times מ'
- בגופינו כ - 660 שרירים
- השרירים פועלים כמנופים יחד עם העצמות סביב מפרקים

חזרה בקצרה מבנה השריר

- השריר בנוי מסיבים, כל סיב עטוף בריקמת חיבור ומופרד משכנו
- כ – 150 סיבים מאוגדים בחבילה העטופה בריקמת חיבור
- כל החבילות עטופות בריקמת חיבור המסתיימת בגיד הנאחז בשתי הקצוות בעצם (אחז ותחל)
- החיבור בין העצם לגיד הינו חזק ביותר – מאפשר תנועות לכוח וכוח מתפרץ
- ריקמת השריר הינה אלסטית, בעלת יכולת להתכווץ ולחזור למצב הקודם

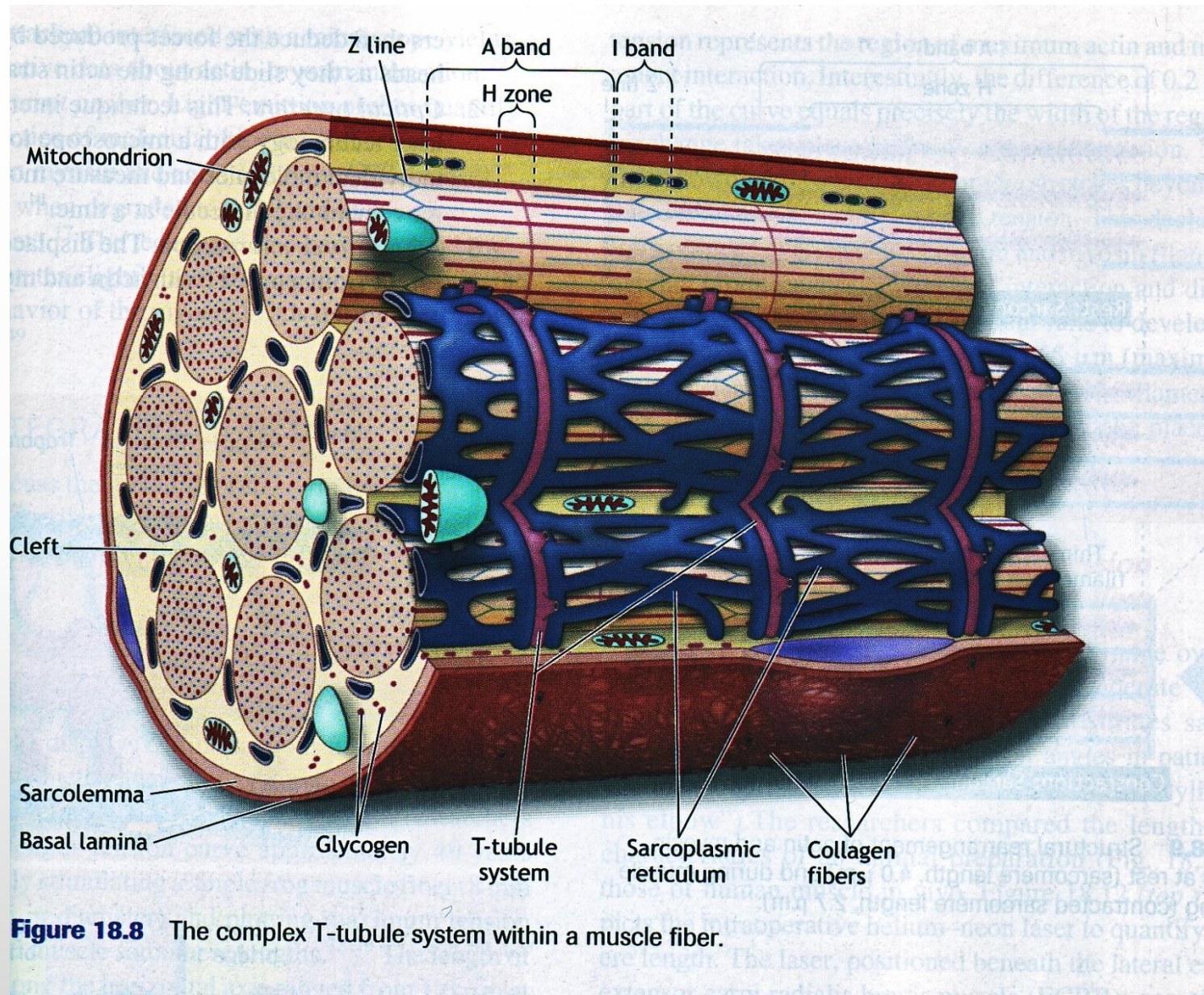


Figure 18.8 The complex T-tubule system within a muscle fiber.

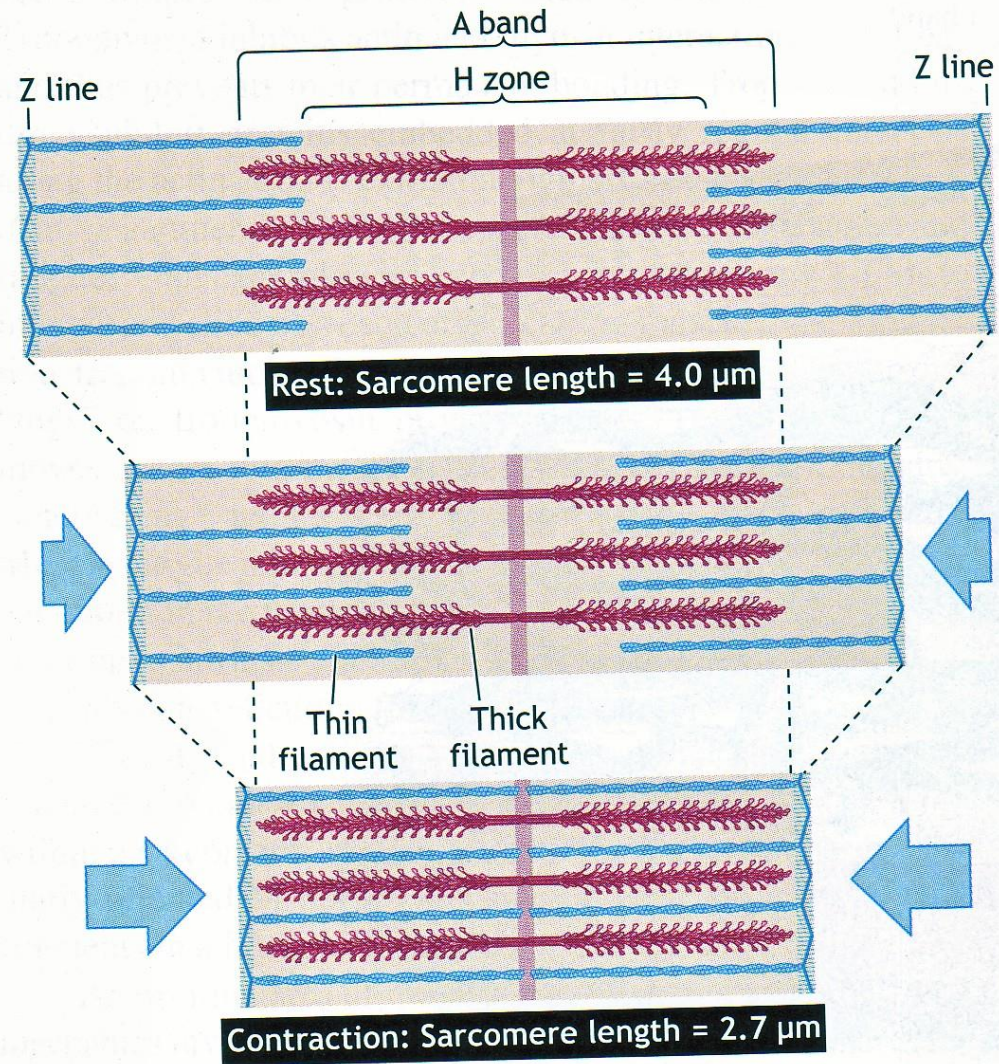


Figure 18.9 Structural rearrangement of actin and myosin filaments at rest (sarcomere length, $4.0\ \mu\text{m}$) and during muscle shortening (contracted sarcomere length, $2.7\ \mu\text{m}$).

חזרה בקצרה מבנה כימי

• השריר בנוי מ:

• 75% מים

• 20% חלבון

• 5% מלחים אנאורגניים

• יונים של נתרן וכלור, אשלגן וסידן

• חומצת חלב, חומצות אמיניות אוריה ועוד

חזרה בקצרה – אספקה דמית

- לכל סיב שריר מגיעים כשלוש נימות דם (כ- 200 עד 500 נימות דם למ"מ²)
- דם מובל בכלי הדם:
- במאמצים ריתמיים (הליכה, ריצה, שחייה, אופניים) זרימת דם משתנה (עקב כיווץ והרפיה)
- במאמץ מעל 60% מ- RM1 הלחץ על כלי הדם גורם לחסימתם
- ואז האנרגיה להמשך הכיווץ מגיעה ממקורות אנאירוביים (ATP מאוחסן וגליקוליזה אנאירובית)
- אימון אירובי גורם לתוספת כלי דם ואז
 - , זרימת דם גדלה, אספקת חמצן עולה,
 - הסעת חומרי מזון, הורמונים, סילוק חומרי לוואי
 - וויסות חום טובים יותר, התאוששות טובה יותר

• במעבר ממנוחה למאמץ (אירובי)

• השריר מסוגל להגדיל את קליטת
החמצן שלו פי 70

כיצד השריר מתכווץ? חזרה בקצרה

- תיאוריית החלקת הגשרונים

- שני חלבונים האקטין והמיוסין מונחים במקביל האחד מעל השני

- ביניהם נמצאים גשרונים המתחברים מהמיוסין אל האקטין, מתחברים ומתנתקים ומקטינים את המרחק (כיווץ) בין חלקי האקטין.

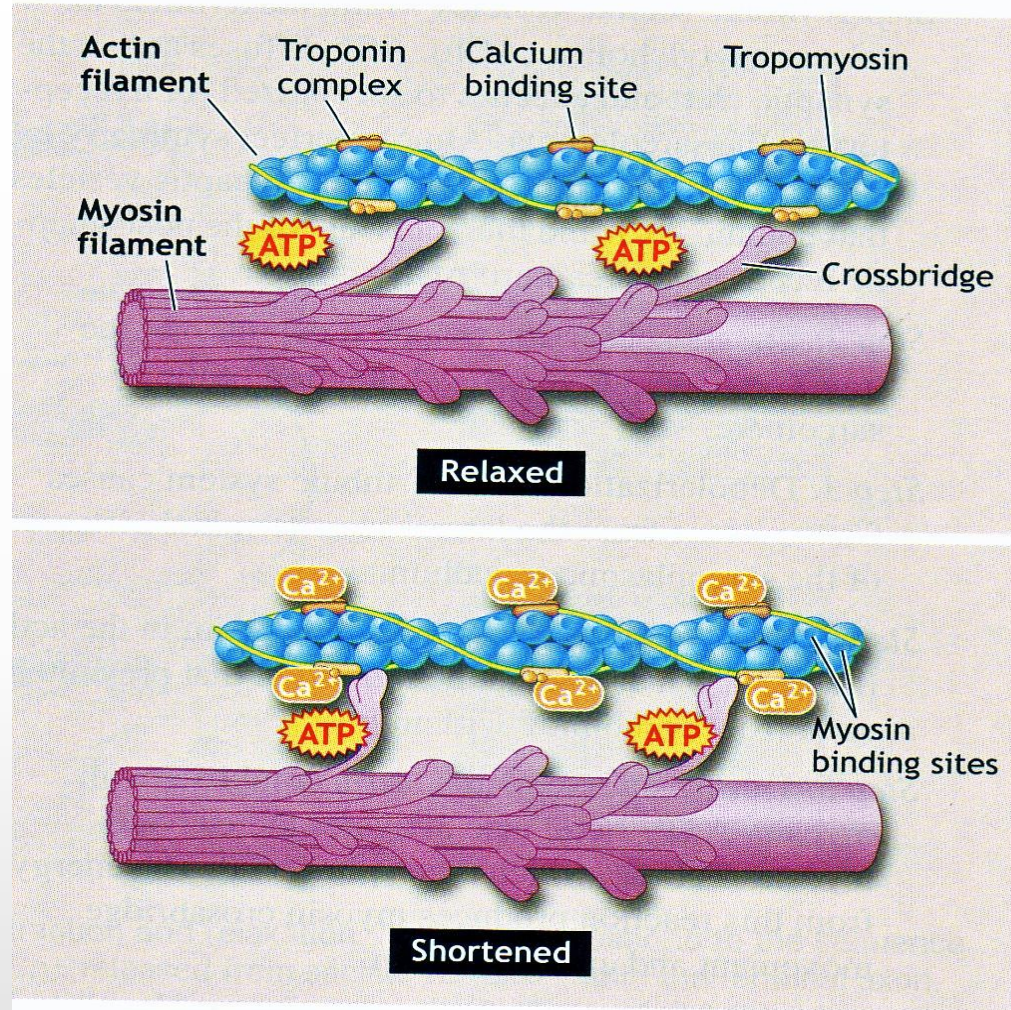


Figure 18.13 Interaction among actin–myosin filaments, Ca^{2+} , and ATP in relaxed and shortened muscle. In the relaxed state, troponin and tropomyosin interact with actin, preventing the myosin crossbridge from coupling to actin. During muscle action, the crossbridge couples with actin because of Ca^{2+} binding with troponin–tropomyosin.

הגדרות בסיסיות

- **כוח מרבי של שריר או קבוצת שרירים:**

היכולת של שריר או קבוצת שרירים להתכווץ n פעמים כנגד התנגדות מרבית (1-RM)

- **סבולת של שריר או קבוצת שרירים:**

היכולת של שריר או קבוצת שרירים להתכווץ פעמים רבות כנגד עומס תת-מרבי

- **כוח מתפרץ:**

היכולת של שריר או קבוצת שרירים לבצע כיווץ חד פעמי בכל הכוח בזמן הקצר ביותר (1-RM במהירות מרבית)

צורות כיווץ

- **איזוטוני קונצנטרי**

➤ כאשר שריר או קבוצת שרירים מתכווצים כנגד התנגדות חיצונית ומבוצעת תנועה.

- **איזוטוני אקצנטרי**

➤ כאשר שריר או קבוצת שרירים הנמצאים במצב מקוצר, מתארכים כנגד התנגדות חיצונית.

- **סטטי-איזומטרי**

➤ שריר או קבוצת שרירים מתכווצים כנגד התנגדות שאין הם יכולים להתגבר עליה, בשריר נוצר מתח העבודה = ל 0.

צורות כיווץ - המשך

• איזוקינטי

➤ כאשר שריר או קבוצת שרירים מתכווצים כנגד התנגדות חיצונית הנגרמת על ידי מכשיר בצורה כזו שהתנועה היא שוות מהירות (מהירות זוויתית שווה) הגברת מהירות התנועה (כיווץ) אינה אפשרית, ההתנגדות עולה והמתח השרירי עולה.

• פליאומטרי

➤ כאשר שריר או קבוצת שרירים נמתחים לפני שהם מתכווצים (כמתרחש בניתור ממקום גבוה למקום נמוך וחזרה למקום גבוה).

יחידה מוטורית

- כל סיבי השריר המעוצבבים על ידי עצב אחד (גרעין, דנדריט, חיבור בין העצב לשריר – סינפסה), מכונים יחידה מוטורית
- מספר הסיבים ביחידה יכול לנוע מ – 3 סיבים למאות סיבים.
- כל הסיבים פועלים כיחידה אחת לפי החוק הכול או לא כלום
- מספר היחידות המוטוריות המתכווצות, קצב הכיווץ והתיאום בין היחידות תלוי בעוצמת הכיווץ הנדרשת מהשריר

TABLE 19.2 ■ CHARACTERISTICS AND CORRESPONDENCE BETWEEN MOTOR UNITS AND MUSCLE FIBER TYPES

MOTOR UNIT DESIGNATION	FORCE PRODUCTION	CONTRACTION SPEED	FATIGUE RESISTANCE	SAG ^a	MUSCLE FIBER TYPE IN THE MOTOR UNIT
Fatigable (FF)	High	Fast	Low	Yes	Fast glycolytic (FG)
Fatigue-resistant (FR)	Moderate	Fast	Moderate	Yes	Fast oxidative glycolytic (FOG)
Not fatigable (NF)	Low	Slow	High	No	Slow oxidative (SO)

^aAdapted from Lieber RL. Skeletal muscle structure, function, & plasticity: the physiologic basis of rehabilitation. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

When repetitive stimuli, some motor units respond smoothly with a systematic increase in tension, while others first increase tension and then decrease or "sag" in response to the same tetanic stimulus. These sag characteristics can classify the different motor units. Only the slow motor units do not exhibit sag. This relates more to their diminished force-generating capabilities than fatigue characteristics.

Motor Unit Characteristics

Early experiments in motor unit physiology revealed that motor units developed high, low, or intermediate tension in response to a single electrical stimulus. Additionally, motor units with low force capacity exhibited a slow shortening time (time to peak force) but remained fatigue resistant, while motor units with higher force capacity shortened rapidly but

fatigued earlier. FIGURE 19.13 illustrates the major characteristics for the three common motor unit categories:

1. Fast twitch, high force, and fast fatigue (type IIb)
2. Fast twitch, moderate force, and fatigue resistant (type IIa)
3. Slow twitch, low force, and fatigue resistant (type I)

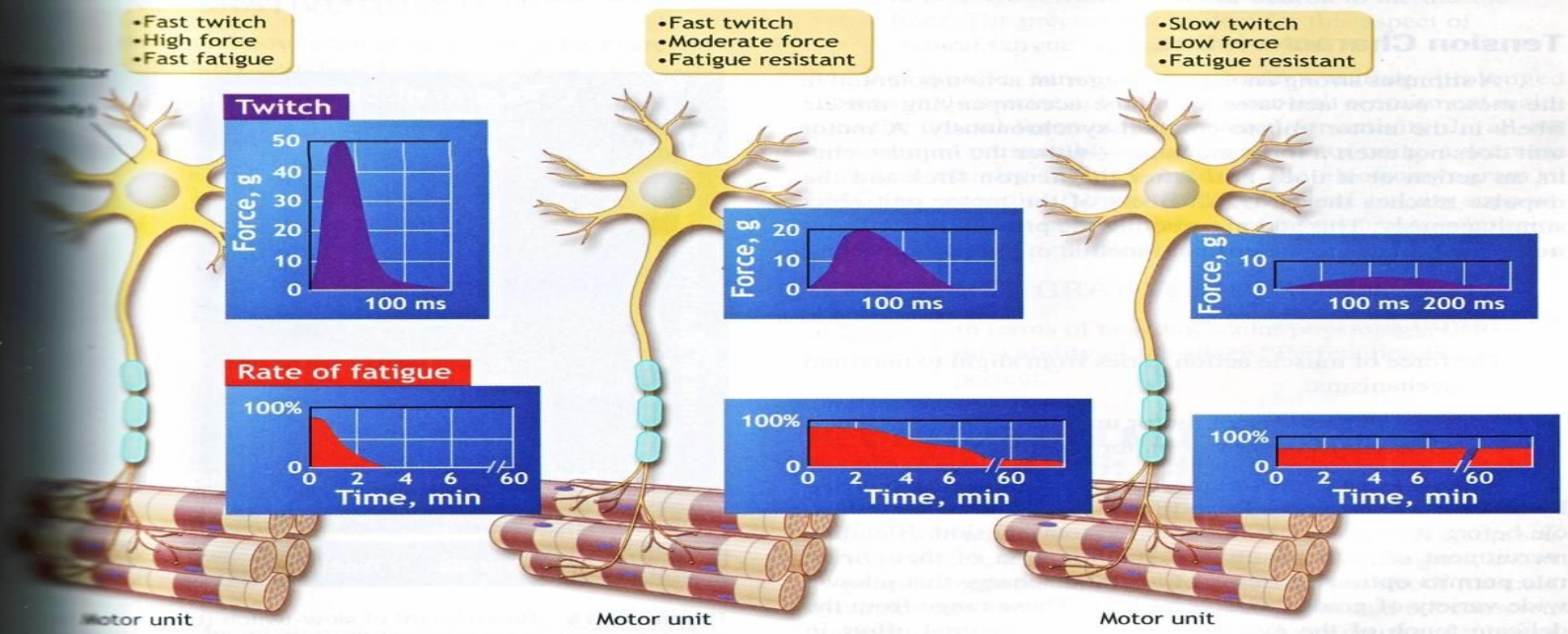


FIGURE 19.13 Speed, force, and fatigue characteristics of motor units. "Phasic" motor neurons fire rapidly with short bursts; "tonic" motor neurons fire slowly but continuously.

סוגי סיב שריר

• שני סוגי סיב עיקריים:

• 1. סיבים מהירי כיווץ (Fast Twitch) – לבנים

• מתכווצים במהירות

• מפתחים כוח רב ליחידת זמן

• מתעייפים במהירות

• מאגרים גדולים יותר של CP – ATP

• עשירים באינזימים אנאירובים

• מאופיינים אצל אצנים, כדורגלנים, טניס כדורסלנים ועוד

סוגי סיב שריר - המשך

• שני סוגי סיב עקריים:

• 2. סיבים איטיי כיווץ (Slow Twitch) – אדומים

- מתכווצים באיטיות
 - מתעייפים באיטיות (סבולת שרירית – סבולת)
 - אינם מפתחים כוח רב ליחידת זמן
 - מיטוכונדריות רבות
 - יותר נימות בשריר
 - מאגרים גדולים יותר של גליקוגן
-
- עשירים באינזימים אירוביים
 - מאופיינים אצל רצים ארוכים – ספורט סבולת
 - ישנם סיבי ביניים (כ- 5 סוגים)

סוגי סיב שריר

- סוגי הסיב נקבעים גנטית
- שינוי בעצבוב יגרום לשינוי בסוג הסיב
- אימון ספציפי יכול להשפיע יותר על סוג סיב אחד מאשר השני

ההבדלים בין סיבי שריר לבנים ואדומים

• לבן

- אספקה דמית קטנה
- מיטוכונדריות מועטות
- כמות קטנה של מיוגלובין
- פעילות ATPase גבוהה
- מקור אנרגיה מקומי (גליקוגן CP)

• אדום

- אספקה דמית גדולה
- מיטוכונדריות מרובות
- כמות גדולה של מיוגלובין
- פעילות ATPase קטנה
- יכולת גליקוליטית נמוכה

ההבדלים בין סיבי שריר לבנים ואדומים

- אדום
- כוּוץ איטי
- כוּוץ חלש
- מתעייף לאט
- פירוק איטי של גליקוגן
- עשיר באינזימים אירוביים
- קטנים במידתם

- לבן
- כוּוץ מהיר
- כוּוץ חזק
- מתעייף מהר
- פירוק מהיר של גליקוגן
- עשיר באנזימים אנאירוביים
- גדולים במידתם

חלוקת מאגר היחידות
המוטוריות לקבוצות
בעלות מעמד הירארכי
שונה מבחינת סדר
גיוסן והפעלתן

רמת גיוס סופית של
יחידות מוטוריות לאחר
התעייפות בסיום אותה
משימת סבולת

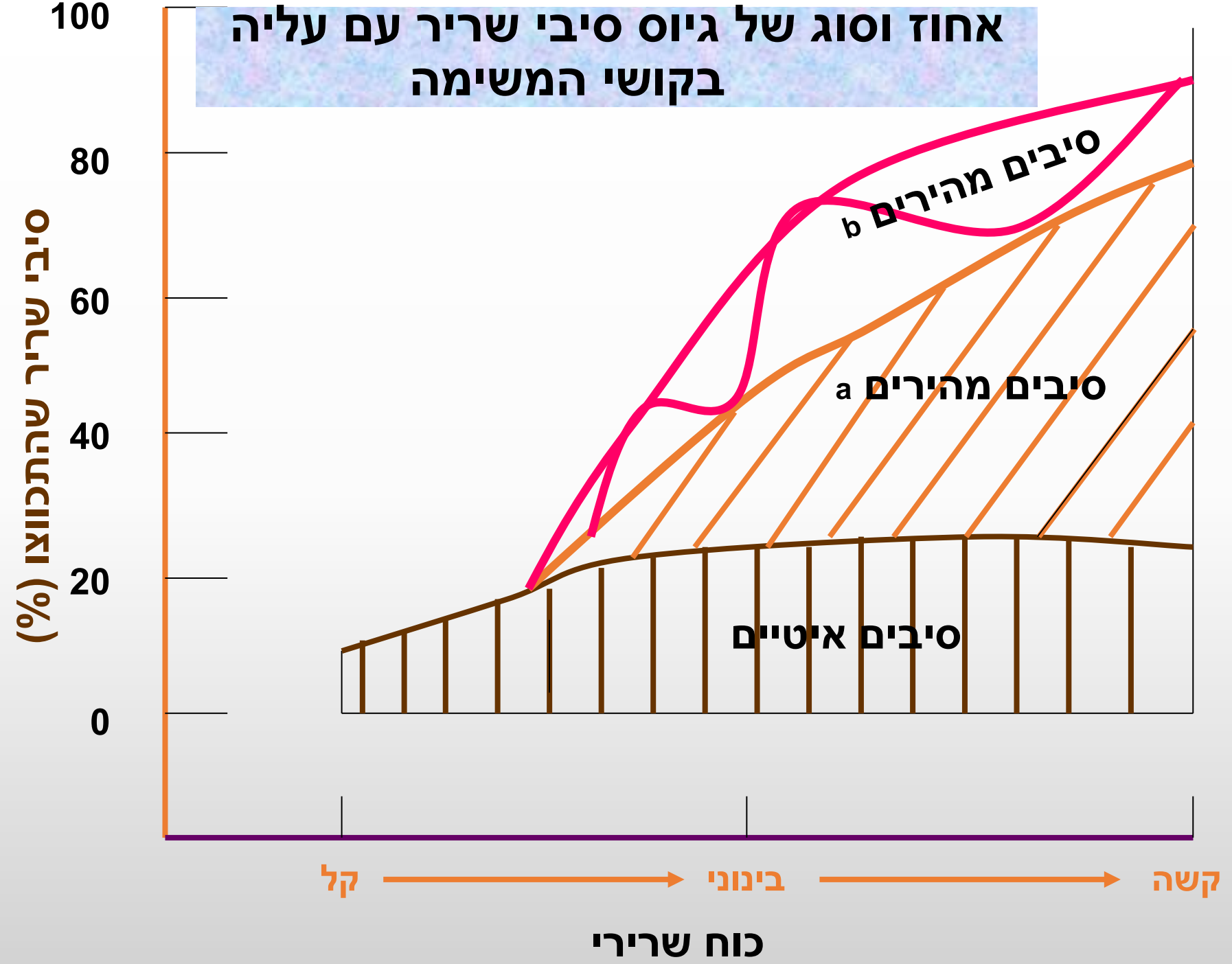
רמת גיוס התחלתית של
יחידות מוטוריות למשימת
סבולת נתונה (לדוגמא
ריצה ארוכה



סך כל היחידות המוטוריות
(כוח שרירי מרבי בגיוס
מלא)

קבוצת הירארכיה
הומוגנית (אחידה)
של יחידות מוטוריות

אחוז וסוג של גיוס סיבי שריר עם עליה בקושי המשימה



חיזוק השריר – אימון לכוח כללי

- שריר הנתון למשטר אימון נכון יתחזק ללא קשר לגיל ולמין
- חיזוק השריר נעשה על ידי תרגילי הכבדה – התנגדות
- על ידי מכונות כוח, משקולות חופשיים, מכשירים איזוקינטיים, נגד משקל הגוף, גומיות וכדומה

חיזוק השריר – אימון לכוח כללי 2

- סבולת שרירית ניתן לפתח על ידי התנגדות נמוכה וחזרות מרובות
- כוח ניתן לפתח על ידי התנגדות גבוהה וחזרות מועטות
- שיטות האימון ומכשירי האימון הם מגוונים ויש לעבוד בהתאם לעקרונות האימון הנכונים

כוחו של שריר - 1

• טמפרטורת שריר

• טמפרטורה עולה – צמיגות השריר יורדת
• מהירות הכיווץ וכוח הכיווץ יעלו

• טמפרטורות גבוהות מדי (42 מעלות צלזיוס)
• יפריעו לתפקוד האנזימים (דינטורציה)

כוחו של שריר- 2

• סוגי סיב

• סיב שריר לבן מהיר יותר וחזק יותר – מתעייף מהר (כוח מתפרץ)

• סיב שריר אדום

• איטי וחלש מתעייף לאט (סבולת שרירית)

כוחו של שריר - 3

• אימון

• שריר לא מאומן נחלש ויכול לעבור
אטרופיה (למשל גבס)

• שריר מאומן עובר היפרטרופיה

לחץ דם בצורות אימון שונות

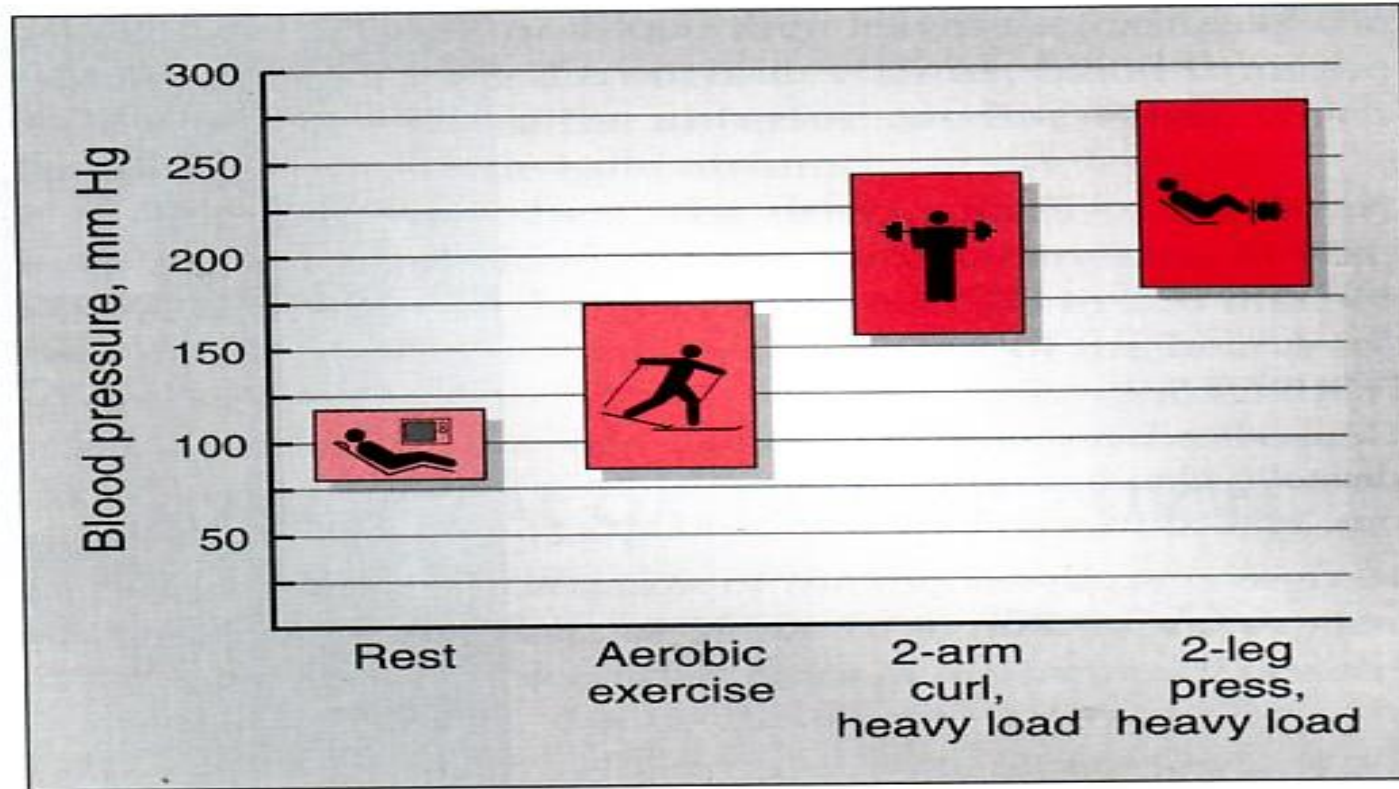


FIGURE 15.8

The blood pressure response is magnified significantly during heavy resistance exercise (higher with legs than arms) compared to rhythmic, continuous aerobic exercise.

– ויסות חום
Thermal Balance
Temperature Regulation



ויסות חום – Temperature Regulation

- גופינו שומר בקנאות על מצב הבסיס, דהיינו על ההומיאוסטאסיס הפנימי
- בני האדם מסוגלים לסבול ירידה של 10 מעלות צלזיוס בחום הגוף, אבל רק עלייה של 5 מעלות צלזיוס
- חום פנימי של 36.5 מעלות צלזיוס במנוחה הוא נורמאלי
- שינוי קטן בטמפרטורת גוף זו מחייבת נקיטת אמצעים התנהגותיים או פיזיולוגיים לתיקון, אחרת אפילו מוות יכול להתרחש
- במאמץ טמפרטורת ההומיאוסטאסיס נעה לכיוון של 38 מעלות צלזיוס

ויסות חום – פיקוח על

- ההיפותאלמוס הממוקם במרכז המוח, מפקח על וויסות החום, רעב, צמא ושינה
- מפקח על טמפרטורת הגוף על ידי כך שהוא מנטר את הטמפרטורה ושולח אותות דרך מערכת העצבים לאיברים ואזורים המתאימים להתחיל בפעילות שמורידה או מעלה את החום

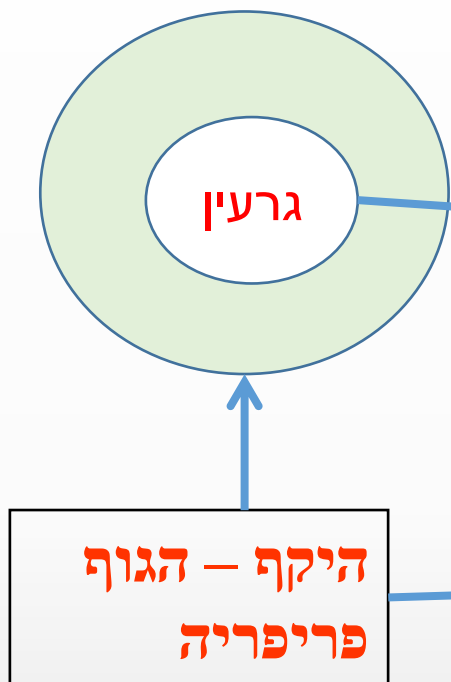


אזורי חום בגוף

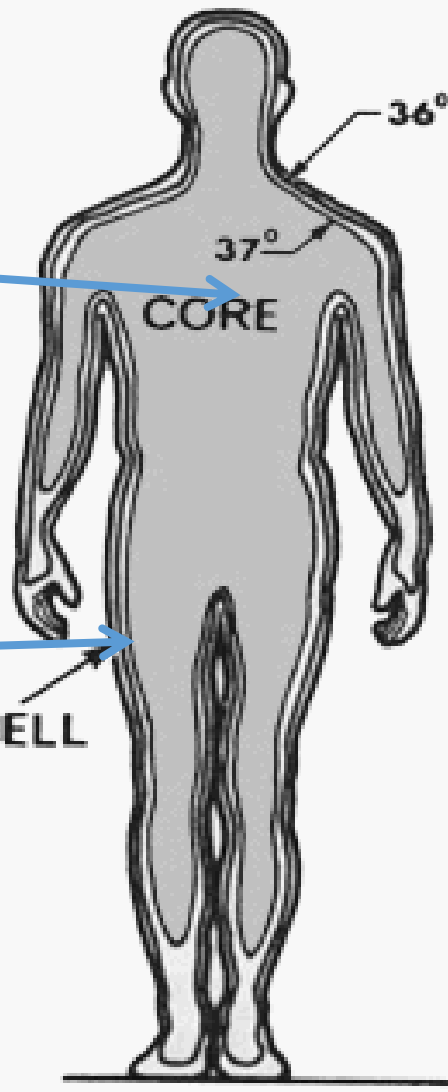
- ליבת הגוף גרעין – אזורי גוף פנימיים
- פריפריה - היקף

- היקף הגוף יכול להשתנות – ביגוד זרימת דם
- ובכך להשפיע על גודל הגרעין
- גרעין – בעיקר המוח – איברים פנימיים

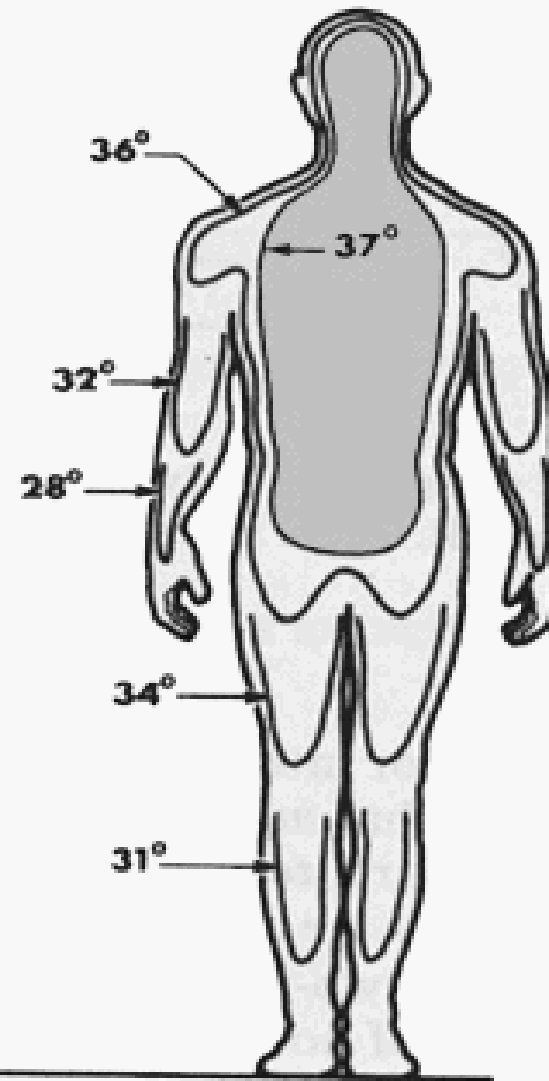




חום
WARM



קור
COLD



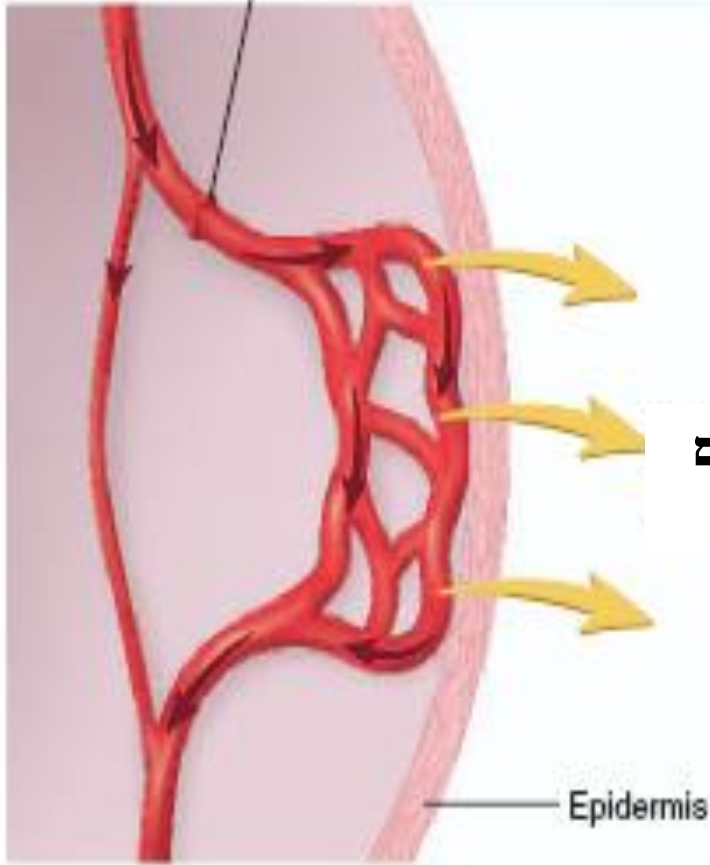
היקף קטן יותר להעברת חום לסביבה

היקף גדול יותר לבידוד ושמירת חום

חילופי חום בעור

צינורות דם מתרחבים

(vasodilation)

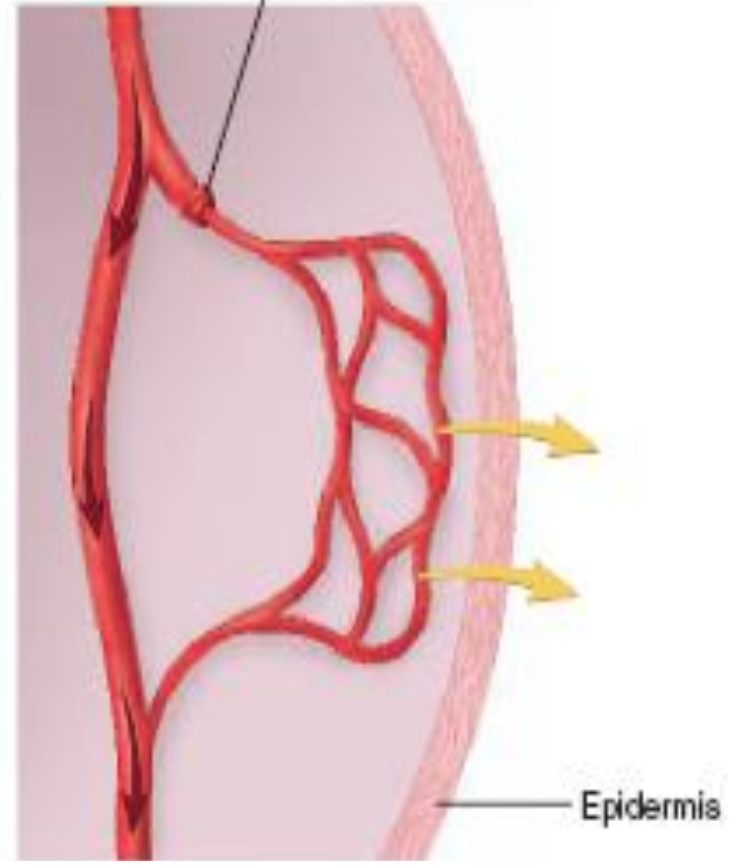


(a)

עליה באיבוד החום

צינורות דם מתכווצים

(vasoconstriction)



(b)

שמירה על החום

היעילות של העור כמבודד

- האפקטיביות של העור כמבודד תלויה בכמות הדם שמגיעה אליו
- ככול שיותר דם מגיע מהגרעין (מרכז הגוף) אל הקליפה (העור) כך קרובה יותר טמפרטורת העור לגרעין
- אם כך כמות הדם שמגיעה לעור משפיעה על יעילות העור כמווסת חום על ידי נשיאת חום (דם חם) מתוך הגוף לעור ומשם לסביבה, ולהיפך דם קריר לגרעין.
- כלי דם אלו מווסתים את הזרימה על ידי הקטנת (vasoconstriction) או הרחבה (vasodilation) של קוטר כלי הדם על ידי מערכת העצבים הסימפטטים וזו תגובת רפלקטיבית

ויסות חום התנהגותי

קיימות 3 דרכים לאבוד חום התנהגותי (על ידי קרינה והולכה והסעה)

1 ✓ שינוי של שטח פני הגוף,

2 ✓ שינוי של הביגוד

3 ✓ בחירה של הסביבה בו נימצא האדם

• **התכווצות למעין כדור**, איסוף הכתפיים ותנועות דומות להקטנת שטח החשיפה לסביבה הקרה ובכך איבוד החום לסביבה, על ידי הולכה והסעה וקרינה נמוך יותר

• **ביגוד** הבגדים אצל האדם הם תחליף לפרווה והנוצות אצל בעלי החיים בכך אנו יוצרים חיצוניות חדשה, בידוד ושכבות מגן

• **האוויר הלכוד** הצמוד לעורנו הוא זה ששומר כעל החום והעברת החום משכבת אוויר זו לחוץ היא איטית, העובי של הבידוד עוזר לשמירת החום ומומלץ להתלבש בשכבות

סילוק/קליטת חום

• חום מסולק (ונקלט) מהגוף על ידי שלוש דרכים פיסיקליות:

• הולכה, הסעה, קרינה

- איבוד חום בעיקר על ידי הזעה – או יותר נכון אידוי הזיעה
- בתנאים אופטימאליים אידוי הזיעה יכול לסלק מהגוף חום השווה ל 18 קלוריות לדקה

- הוויסות העדין נעשה על ידי העברת דם חם ממרכז הגוף מהאזורים הפנימיים, חלל הבטן, שרירים וכדומה אל העור
- כלי הדם התת-עוריים מתרחבים הדם החם מגיע לעור ומשם החום מועבר לסביבה

סילוק/קליטת החום

• הולכה מעבר חום מהגוף ואליו, כשהוא נמצא במגע ישיר עם עצם, מוצק עם נוזל או עם גז.

החום עובר בכיוון הפרש הטמפ' מהחם יותר אל הקריר יותר. דוגמאות: שכיבה על חול חם או ישיבה על ספסל קר. נגיעה במתכת לזהטת



סילוק/קליטת חום

- **הסעה** – מעבר החום אל הגוף וממנו כשהוא נמצא במגע עם האוויר או מים הנמצאים בתנועה. במנגנון זה גם מנגנון ההולכה משתתף. החום עובר מהגוף הקר או החם אל האוויר והמים והם מסייעים אותו הלאה. דוגמה: נפנוף במניפה.



- **קרינה** חום עובר מגוף לגוף בקרינה אלקטרומגנטית ללא צורך בחומר מתווך. כל גוף פולט קרינה ויכול גם לקלוט קרינה. דוגמא קליטת חום דרך קרני השמש. צבע הבגדים משפיע על הקרינה.



סילוק חום

- **הזעה** – אידוי הזיעה היא הדרך המרכזית שבה אדם מאבד חום
- מים מתאדים כל הזמן דרך מעברי הנשימה אבל בעיקר בשטח פני העור עקב ההזעה
- ליטר מים אחד שמתאדה על פני העור מעביר 580 קלוריות מהעור אל הסביבה
- בזיעה מאבדים נתון כלור (NaCl), אשלגן (K), סידן (Ca), ומעט מגנזיום (Mg)
- העור מכיל בין 2 ל – 4 מיליון בלוטות זיעה



חיישני חום

❖ שתי דרכים להפעיל את מערכות וויסות החום:

❖ **חיישני חום פריפריים** הממוקמים בעור ומעבירים את הגירוי למערכת העצבים המרכזית - פחות רגישים לשינויי חום כחצי מעלה צלזיוס

❖ **חיישנים מרכזיים** בהיפותלמוס - שינוי בטמפרטורת הדם המציף את ההיפותלמוס ומשפיע עליו ישירות- רגישים ביותר לשינויי חום כעשירית מעלה צלזיוס



חיישני חום פריפריים - היקפיים

❖ ממוקמים בעור ומעבירים את הגירוי למערכת העצבים המרכזית

❖ משמשים כמערכת התראה ראשונית
▪ גורמים לשינוי חום התנהגותי ולשינויים פיזיולוגיים ראשוניים



חיישני חום מרכזיים

❖ חיישנים מרכזיים בהיפותלמוס הם החשובים ביותר בוויסות החום המרכזי של הגוף

❖ הם מקבלים מידע מחיישני הפריפריה, מידע של טמפרטורת הגרעין והם מאוד רגישים לשינויים קטנים של כ - עשירית מעלה צלזיוס

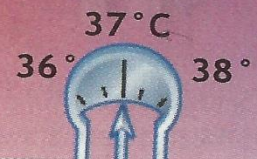


יש לציין כי על ידי קרינה,
הולכה והסעה אפשר לאבד או
לקלוט חום, אידוי הזעה רק
איבוד חום

חילוף חומרים בסיסי
פעילות שרירים
השפעות הורמונים
חום ומזון
תנוחות הגוף
השפעות סביבתיות

עלייה בחום

תכולת חום הגוף

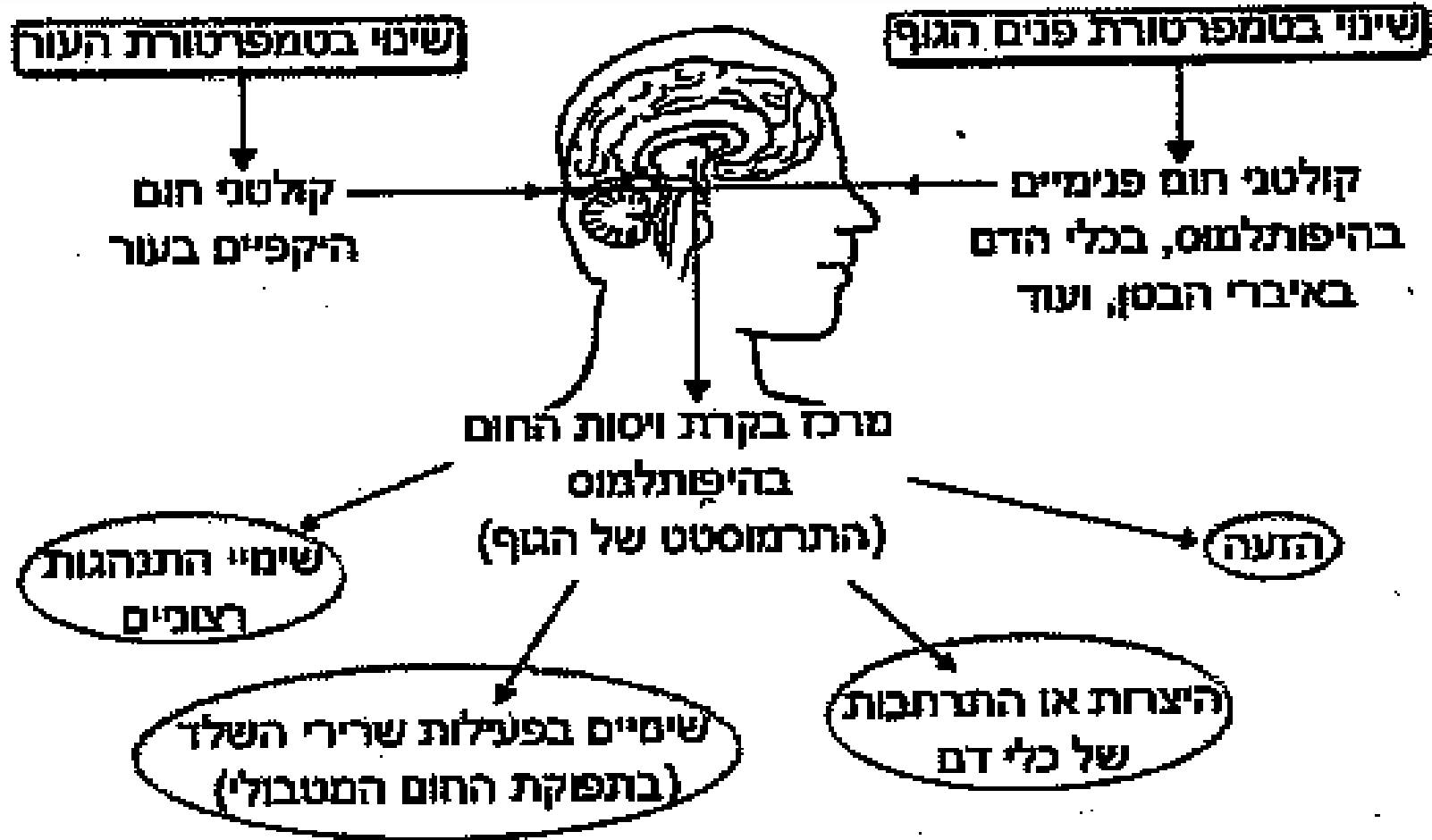


שינויים יומיים

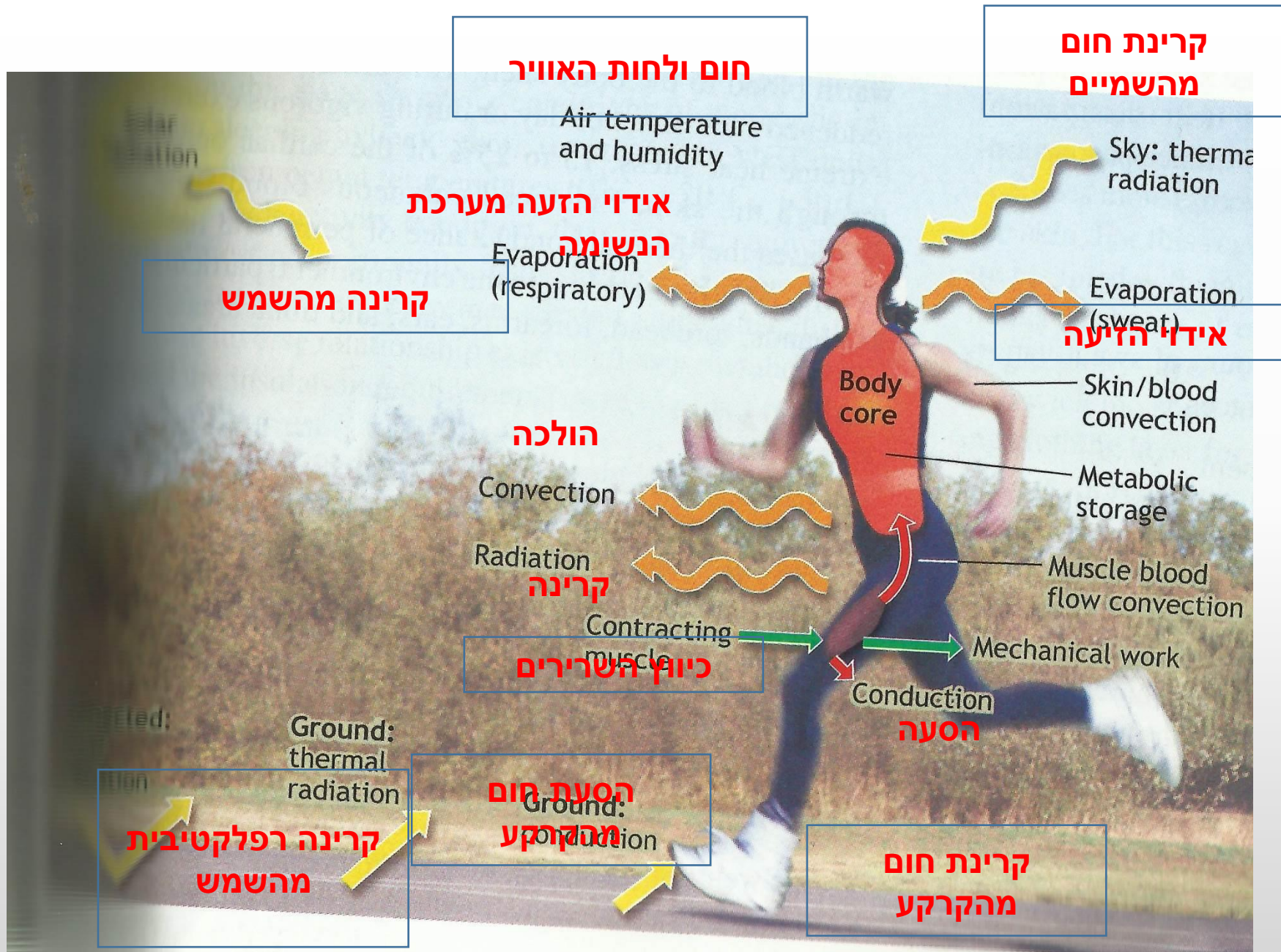
הקרנה
הולכה
חסעה
אידוי הזעה

איבוד חום

מנגנון ויסות חום הגוף האדם



איור 2 מנגנון ויסות החום



חום ולחות האוויר

Air temperature and humidity

קרינת חום מהשמיים

Sky: thermal radiation

איבוד חום הנשימה

Evaporation (respiratory)

קרינת חום מהשמש

Evaporation (sweat)

איבוד חום הזיעה

הולכה

Convection

Radiation

קרינת חום

Contracting muscle

כיוון השרירים

Mechanical work

Conduction

הסעה

Ground: thermal radiation

קרינת חום מהשמש רפלקטיבית

הסעת חום מהקרקע

קרינת חום מהקרקע

- גוף האדם **מייצר חום**, **קולט חום מהסביבה**, **ופולט חום לסביבה**

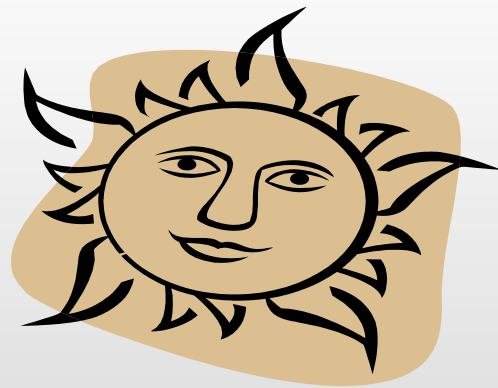
- **מייצר חום**, חילוף חומרים בגוף- 40% מהאנרגיה המיוצרת בשרירים הופך ל-ATP. 60% הופכת לאנרגיית חום. העלאת רמת חילוף החומרים גורמת להעלאת קצב הפקת החום בגוף.



יצירת חום

- חילוף החומרים במנוחה ובמאמץ יוצר תוספת גבוהה לחום הגוף.
- למשל רעידה בקור יכולה להעלות את יצירת החום פי שלושה = לערך לתוספת של 4 עד 5 קלוריות לדקה
- **במאמץ גבוה ביותר חילוף החומרים יכול לעלות עד פי עשרים ממנוחה לכ – 20 קלוריות לדקה**
- תיאורטית חושב שכמות חום זו יכולה להעלות את טמפרטורת הגרעין ב 1 מעלה צלזיוס כל 5 – 7 דקות
- בנוסף הגוף קולט חום מקרינת השמש ומגופים חמים יותר מהגוף הנמצאים בסביבה

וויסות חום במאמץ גופני



אידוי זיעה

- נוזל הזיעה נוצר ע"י סינון נוזל חוץ תאי בבלוטות הזיעה.
- בגוף קיימות כ – 2 – 4 מיליון בלוטות זיעה המתפתחות עד גיל שלוש.
- בלוטות הזיעה מסוגלות להפריש בין 1-2 ליטרים בשעה.
- הגורם שקובע את קצב ההזעה הוא טמפ' הליבה שמושפעת מעומס החום הנקרא מקדם אי – נוחות.
- לכושר הגופני ולאקלום לחום יש השפעה על כך

מדד האי נוחות

- מדד שמבטא את עומס החום , נקרא מקדם אי נוחות . מוגדר כממוצע בין הטמפ' האוויר והלחות היחסית ובין הטמפ' של הגוף .
- הפרשת הזיעה כשלעצמה אינה מקררת את הגוף, אידוי הזיעה הוא שמקרר את הגוף. כאשר הזיעה אינה מתאדה אלא מנוגבת או ניגרת היא לא מקררת.



הגורמים המשפיעים על קצב אידוי הזיעה

- **לחות האוויר** – כאשר האוויר לח, כמות המים שהוא מסוגל לקלוט קטנה, ותהליך האידוי נפגע.
- **רוח** – הרוח הנושבת על פני העור מאפשרת התנדפות יעילה יותר.
- **ביגוד** – אם הזיעה מתאדה דרך הבגדים, היא מקררת את הבגדים והם מקררים את העור בהולכה. זה נקרא **אידוי עקיף**. אידוי עקיף יעיל פחות מאשר **אידוי ישיר**. אידוי דרך בגד יתרחש רק בבגד הסופג זיעה- כותנה.
- כל הגורמים האלה משפיעים על יעילות ההזעה. היא יכולה לנוע בין 100- 50 אחוזים. 100 אידוי מלא 50 תנאי הזעה גרועים.

הפרשת זיעה ואידויה בתנאי סביבה חמה



- בתנאי סביבה חמה, במנוחה, קירור הגוף באמצעות מנגנון ההזעה מהווה רק 25% מכלל איבוד החום. במאמץ יותר מ-80% מאובדן החום נגרם כתוצאה מהגברת קצב ההזעה.
- ירידה בטמפ' העור ועלייה בטמפ' הליבה מגדילה את הפרש הטמפ' שבין הליבה למעטפת ומאיצה את העברת חום.

יחס בין טמפרטורת סביבה ולחות והשפעתו על פעילות בטוחה בחום

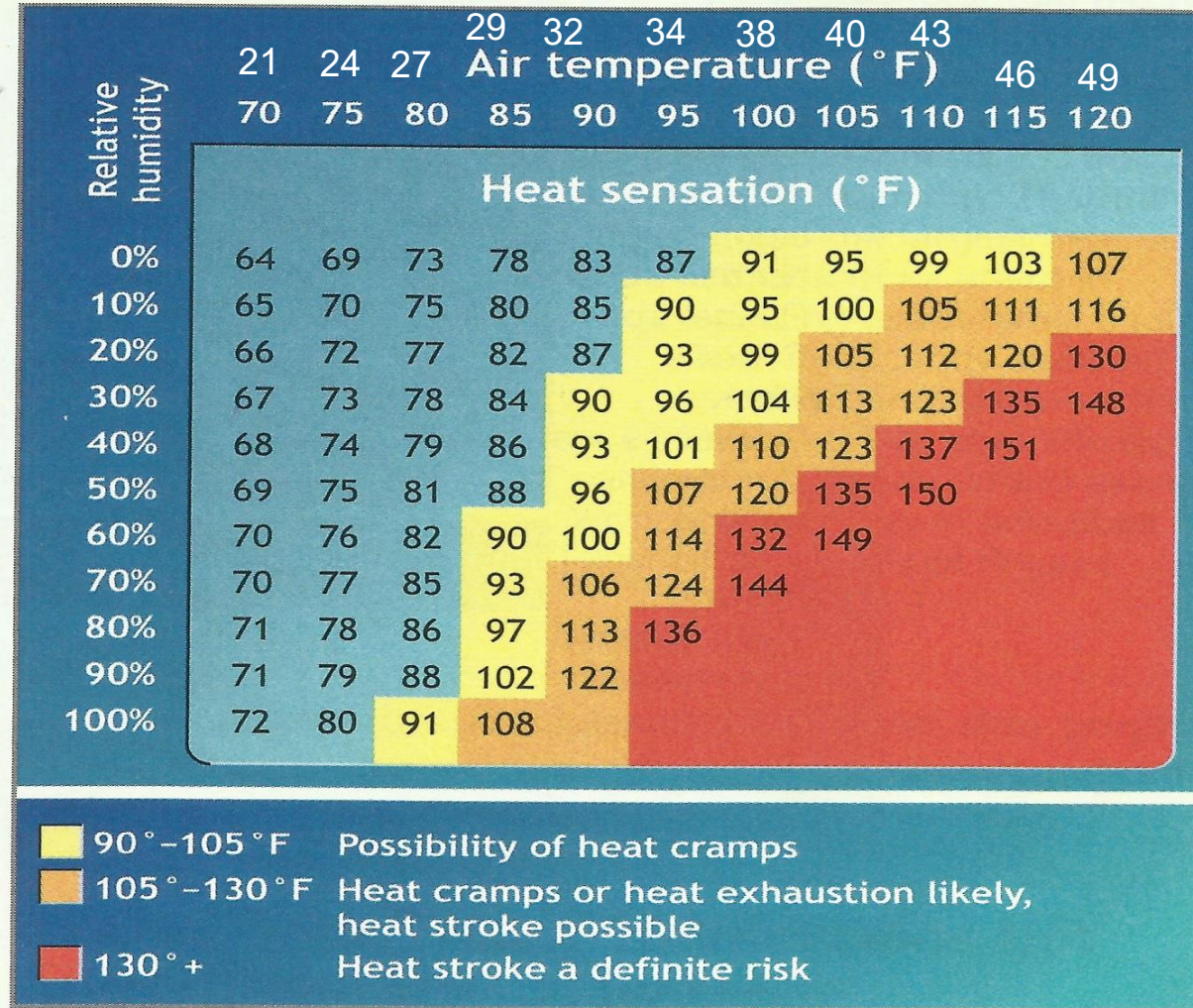
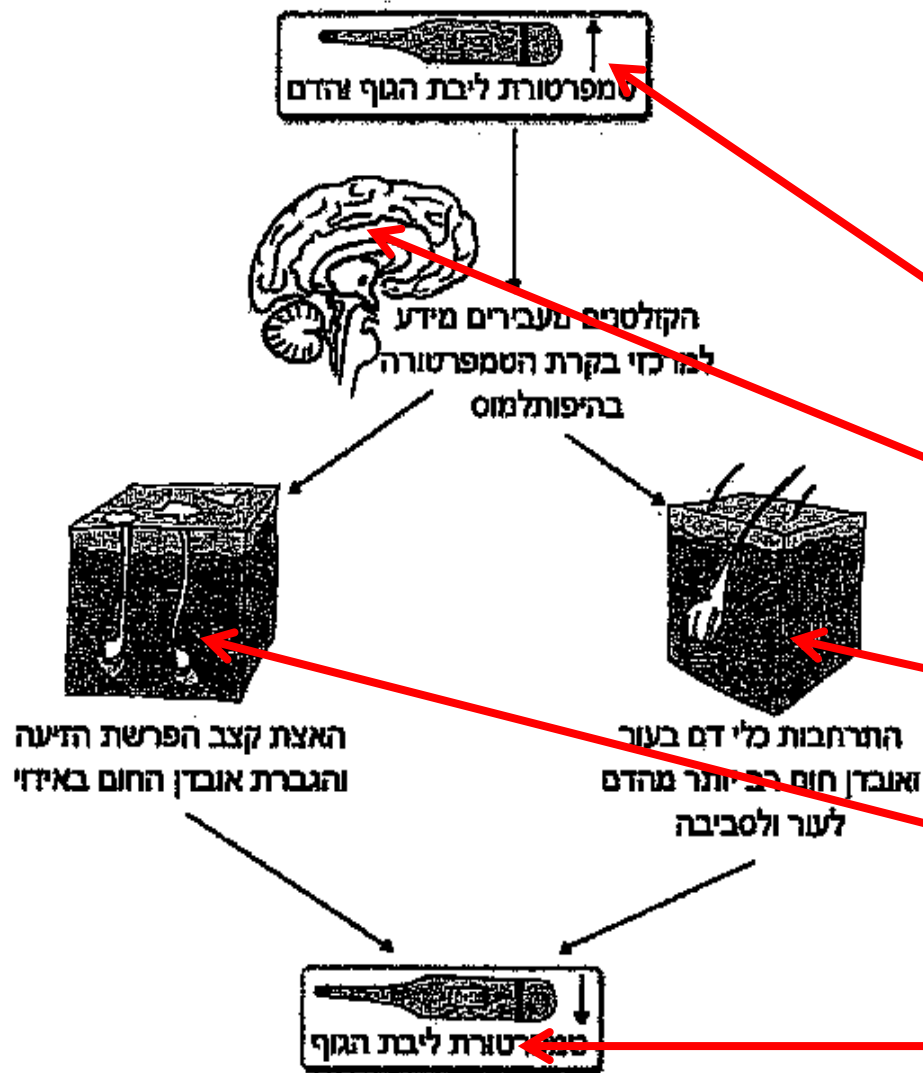


Figure 2 The heat-stress index.

ויסות חום הגוף בשעת מאמץ



איור 4 ויסות חום בזמן מאמץ גופני

- שילוב של מאמץ גופני וסביבה חמה עלול להביא לעליה מהירה בטמ' ליבת הגוף.
- כדי למנוע זאת יש לזרז איבוד חום ע"י מנגנוני הקירור כפי שניתן לראות באיור.
- ללא איבוד חום תעלה טמפ' הגוף במעלה אחת כל 5 דקות פעילות. התוצאה פגיעת חום קשה תוך 20 דקות.

תהליך ויסות החום:

- עליה בטמפ' הליבה
- מידע מגיע להיפותלמוס למרכז בקרת חום שבמוח.
- הוראה להתרחבות כלי דם בעור וזרימת דם לפריפריה עד 20% מתפוקת הלב לעומת 5% במנוחה.
- הפרשת זיעה מוגברת ואובדן חום באיזוי.
- טמפ' הליבה יורדת.



המחיר:

במאמץ ממושך בסביבה חמה עליה גבוהה יותר בטמפ' הגוף תגרום לעליה בצריכת החמצן, בדופק, נשימה בעבודת השרירים יחד עם עליה ברמת חומצת החלב שימוש מוגבר במאגרי הגליקוגן. מתבטאת בהתעייפות מוקדמת בהשוואה לביצועים בסביבה נוחה.

אימון, הגורם לשיפור היכולת האירובית, יביא למיתון בעליית טמפ' הגוף בעת מאמץ (מכונה אקלום לחום) אנשים הפעילים בסביבה חמה צריכים להרבות בשתיית משקאות קרים לחבוש כובע ללבוש בגדים בהירים.

אקלום לחום

- חשיפה מכוונת ומבוקרת לסביבה חמה, שבעקבותיה מתרחשים שינויים פיזיולוגיים המאפשרים לגוף להתמודד בקלות יותר בסביבה חמה.
- מתרחש תוך 4-14 ימים, על ידי אימונים מתאימים בסביבה חמה
- אקלום אינו תופעה מוחלטת אין אקלום מלא או העדר אקלום.
- אין צורך להיות בחשיפה לחום כל היום, מספיק כ – 2 עד 3 שעות ביום.
- בזמן חילוף העונות יש תהליך אקלום טבעי.

שינויים פיזיולוגיים בולטים לאחר האקלום לחום

- שיפור מנגנון ההזעה, עליה במספר בלוטות ההזעה, עליה בקצב ההזעה, פיזור טוב יותר של ההזעה ותחילת הזעה בטמפרטורת גוף נמוכה יותר.

- ירידת הדופק במאמץ נתון תוך עליה בנפח הפעימה.

- עליה של כ-10% בנפח הפלסמה.



ויסות חום של ילדים

- יכולת ויסות החום של ילדים פחותה • ילדים מזיעים פחות.
- מזו של מבוגרים • מתחילים להזיע בטמפ' גוף גבוהה יותר.
- מהסיבות הבאות: • יכולת הסעת החום מהשרירים לעור נמוכה.
- יחס שטח הפנים של הגוף לבין מסת הגוף, גדול יותר אצל ילדים מאשר אצל מבוגרים.
- לכן יש יכולת טובה של פיזור חום בתנאים נוחים, אבל יש יותר קליטת חום דרך העור בסביבה חמה



ילדים ואקלים קר

- ילדים חשופים לאובדן קור יותר מאשר מבוגרים.
- היחס בין שטח הפנים למסת הגוף יגרום לאובדן חום מוגבר אצל ילדים בקרינה, הסעה והולכה מאשר אצל מבוגרים, באותם תנאי אקלים ולבוש.



שתייה ופעילות גופנית

- מאמץ נוטה להקחות את תחושת הצמא, לאור זאת יש לאמץ שתיית מים שיטתית בזמן מאמץ.
- שתי כוסות לפני המאמץ, כוס אחת בכל 20 דקות בזמן מאמץ ושתי כוסות נוספות לאחר האימון.
- אדם מאוקלם לחום צריך לשתות יותר כיוון שהוא מזיע יותר.
- במאמץ מעל 1 שעות כגון טריאתלון מרתון מומלץ משקאות שמכילים אלקטרוליטיים וסוכר המפחיתים את הסיכון להתייבשות ומשפרים את רמת הפחמימות בגוף.



הכול תלוי בתנאי המאמץ, עצימות, משך, אקלום, כושר גופני, גיל, מין, יחס בין טמפרטורה ולחות

מכת חום

- זהו מצב חרום שבו חלה עליה בטמפרטורת הגוף מעל 41 מעלות.
- מערכות קירור הגוף אינן מסוגלות לאזן את עליית החום בגופנו בגלל חום רב בסביבה, מאמץ גופני או מחלה.
- ישנה סכנת חיים שמחייבים אבחנה וטיפול מהיר.



הגורמים העלולים להוביל להתפתחות מכת-חום



שתיית אלכוהול גורמת להרחבת כלי
דם בעור ולאובדן חום מהגוף לסביבה.
לכן אינה מומלצת בקור

