

המערכת הקרדיווסקולרית לב וכלי דם

קורס חובשים בכירים ית"מ

פברואר 2024

איתן שמשוביץ

בהקדמות למדתם...

- תפקידי המערכת
- חלקי המערכת
 - מדחס – לב
 - צינורות – כלי דם
 - נוזל – דם [הרחבה בנושא זה בפרק המטולוגיה]
- פיזיולוגיה
 - דיאסטולה / סיסטולה
 - התאמה הפעלה חשמלית מכאנית
 - מחזורי הדם

תפקידי מערכת ההובלה

התפקידים העיקריים של מערכת ההובלה:

• הובלה של חומרים שונים:

- ☐ הובלת חמצן מן הריאות לתאי גוף;
- ☐ הובלת CO₂ מתאי הגוף לריאות;
- ☐ הובלת תוצרי העיכול ממערכת העיכול אל תאי הגוף;
- ☐ הובלת הורמונים מבלוטות הפרשה אל אברי המטרה.
- ☐ הובלת פסולת מהתאים לשתן

• הגנה וחיסון: תאי הדם הלבנים פועלים נגד גורמים זרים החודרים לגוף*.

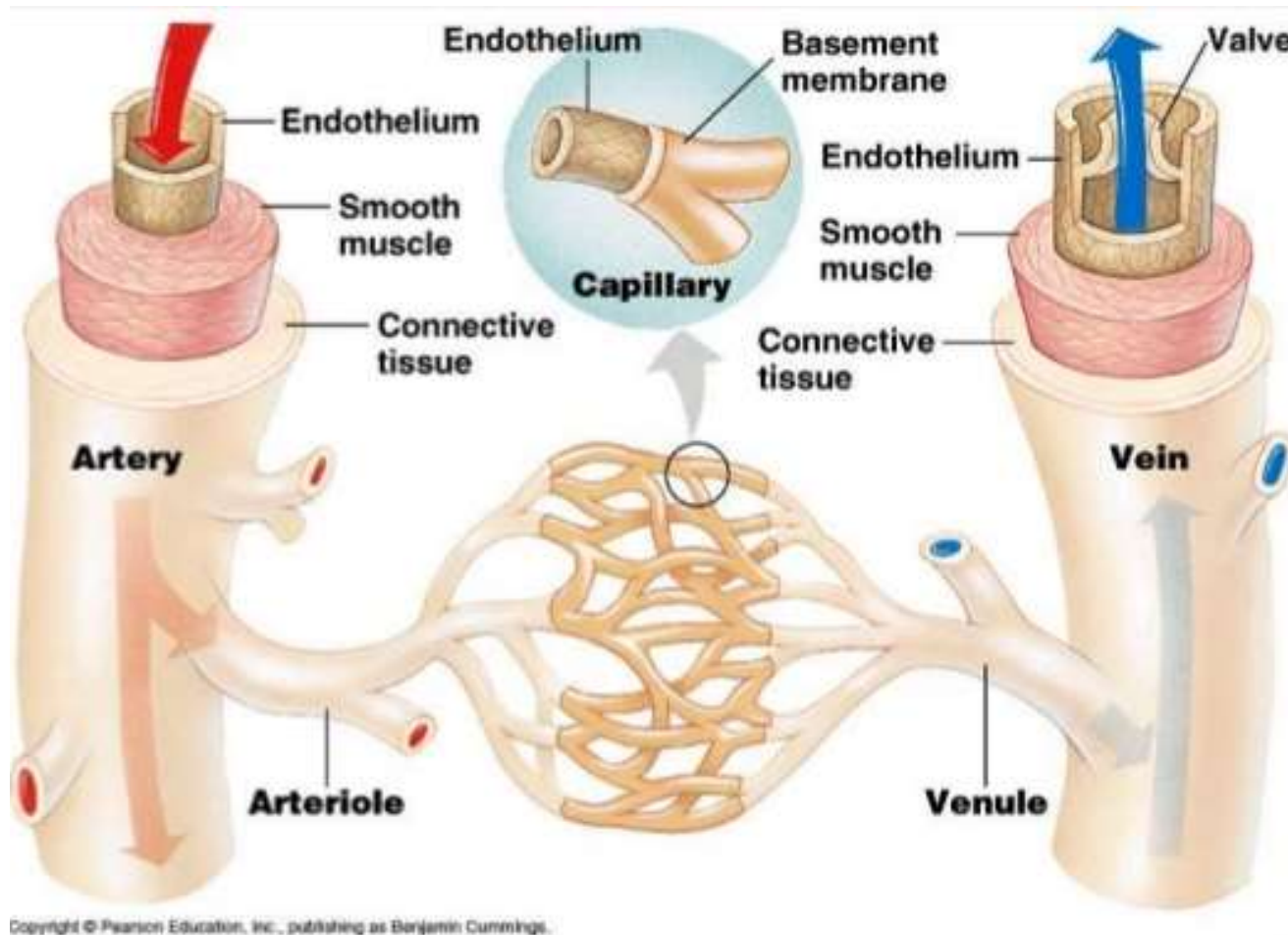
• באורגניזמים הומאוסטרמיים* (בני אדם ושאר היונקים ועופות):

נוזל הדם מסיע את החום בתוך הגוף ומקרין אותו לסביבה החיצונית, כך שהשמירה על טמפרטורת גוף קבועה נשמרת בעזרת כיווץ/הרחבה של כלי הדם ההיקפיים

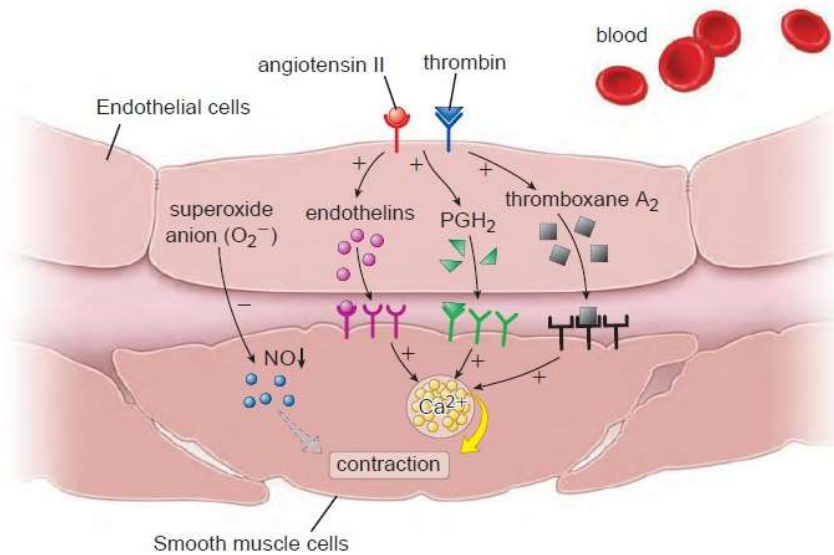
. כלומר, לדם תפקיד חשוב בשמירת ההומאוסטזיס של טמפרטורת גוף קבועה*.

*בעלי חיים שיש להם מנגנונים משוכללים לשמירה על טמפרטורת גוף קבועה.

נקודות מרכזיות בכלי הדם



קוטר כלי הדם – בקרה של הלחץ והזרימה (ועצירת דימומים)



OXYSPARK with ViNitrox

Endothelium Cells

eNOS

NO

MUSCLE

RELAXATION

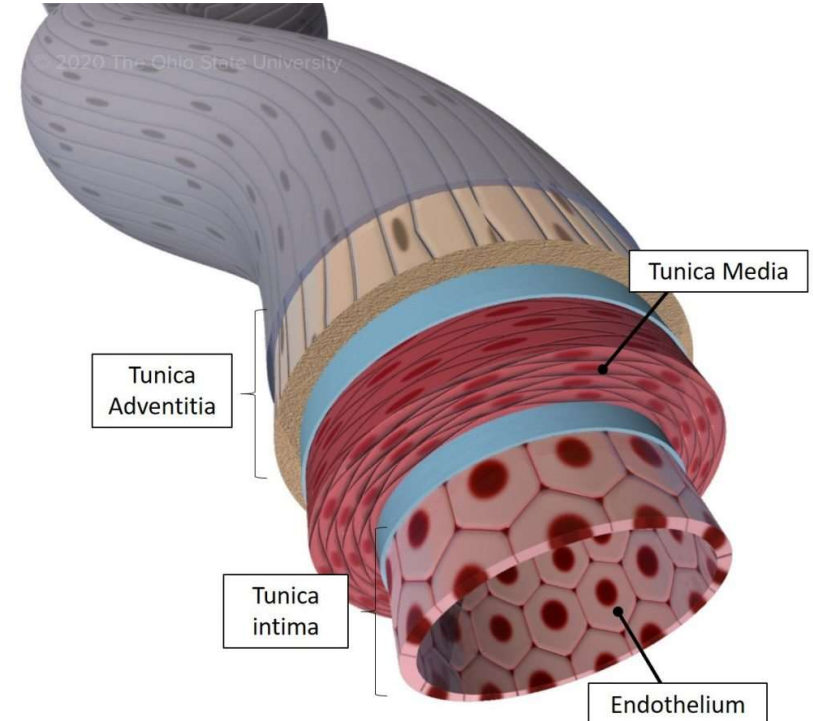
Blood vessel

Vasodilation is linked to the production of Nitric Oxide (NO) by an enzyme called eNOS (endothelial Nitric Oxide synthase)

ViNitrox eNOS Activation = +43%
Arginine eNOS Activation = +4.3%

ViNitrox NO Production = +24%
Arginine NO Production = +2.4%

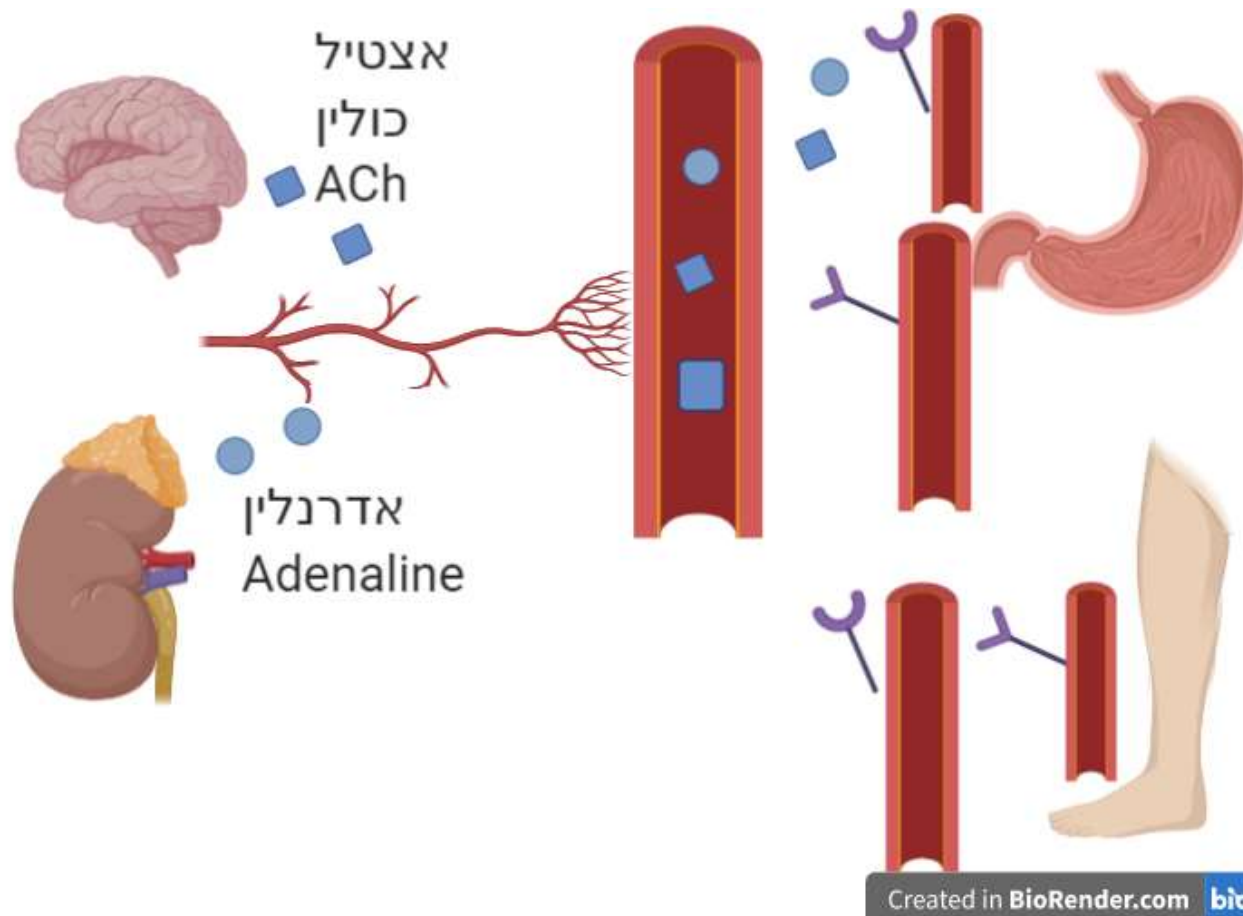
ViNitrox Vasodilation = +50%
Arginine Vasodilation = +5%



איך דם זורם?

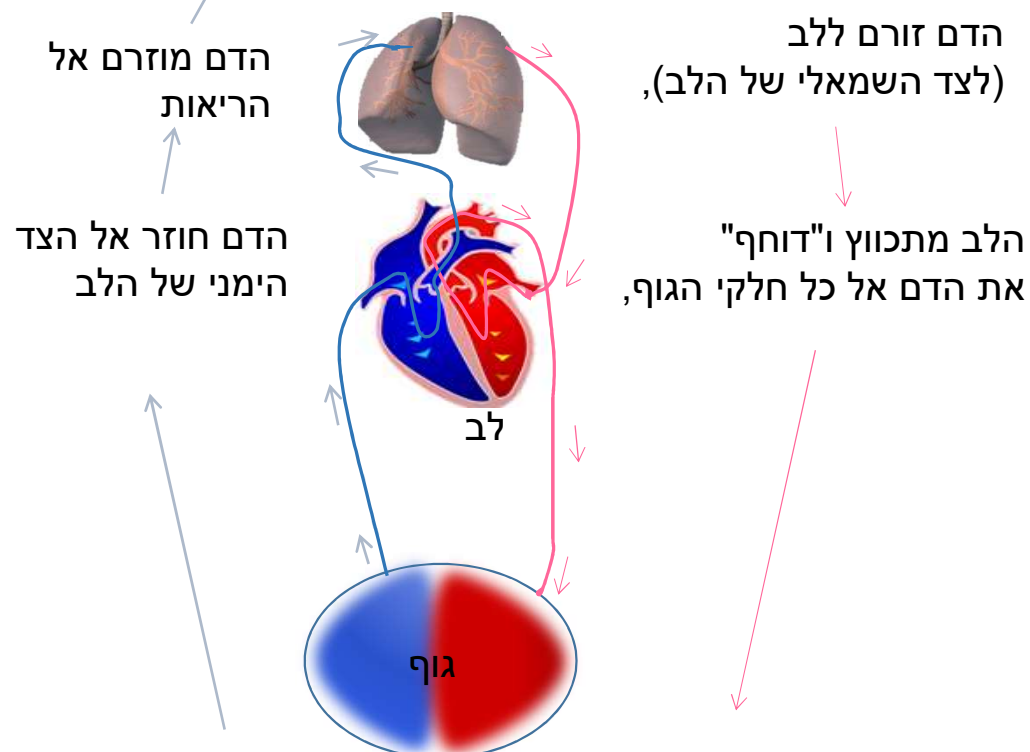
- מפל לחצים... ע"פ הנוסחה: $F = \Delta P / R$
- התנגדות לזרימה: אורך כלי הדם, צמיגות, רדיוס – ע"פ הנוסחה: התנגדות = (קבוע * אורך כלי דם * **צמיגות**) / (**רדיוס**⁴ כלי דם)
- לחץ הדם **העורקי** שווה בכניסה לכל העורקים, **העורקיקים** קובעים את הזרימה (כמות דם ליחידת זמן) באמצעות הרדיוס
- הגברה של הלחץ המכני יגרום להתגברות שלו על הלחץ האוסמולרי ונוזלים יצאו מכלי הדם.

השפעה הפוכה במקומות שונים



מסלול זרימת הדם וחילופי החומרים עם הרקמות

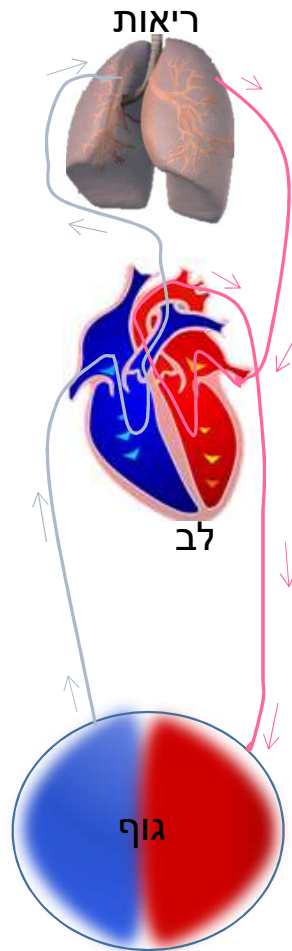
בזמן שהדם עובר בריאות מתחוללים
חילופי גזים בין הדם בנימי הריאות ובין נאדיות הריאה:
חמצן עובר מהנאדיות לדם, ופחמן דו-חמצני
עובר מהדם לנאדיות.



בזמן שהדם זורם בנימים בקרבת תאי הגוף עוברים
ממנו אל התאים חמצן וחומרי מזון, ומהתאים לדם
עוברים פחמן דו-חמצני וחומרי הפרשה אחרים.

המחזור הגדול והמחזור הקטן

מחזור הדם מורכב מהמחזור הגדול והמחזור הקטן:



מחזור הדם הקטן (מחזור לב-ריאות-לב)

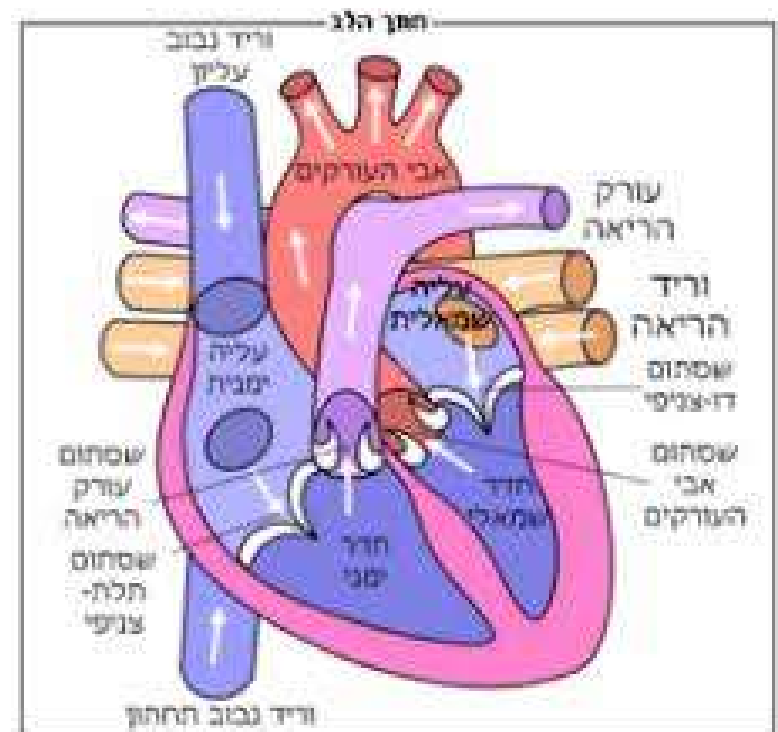
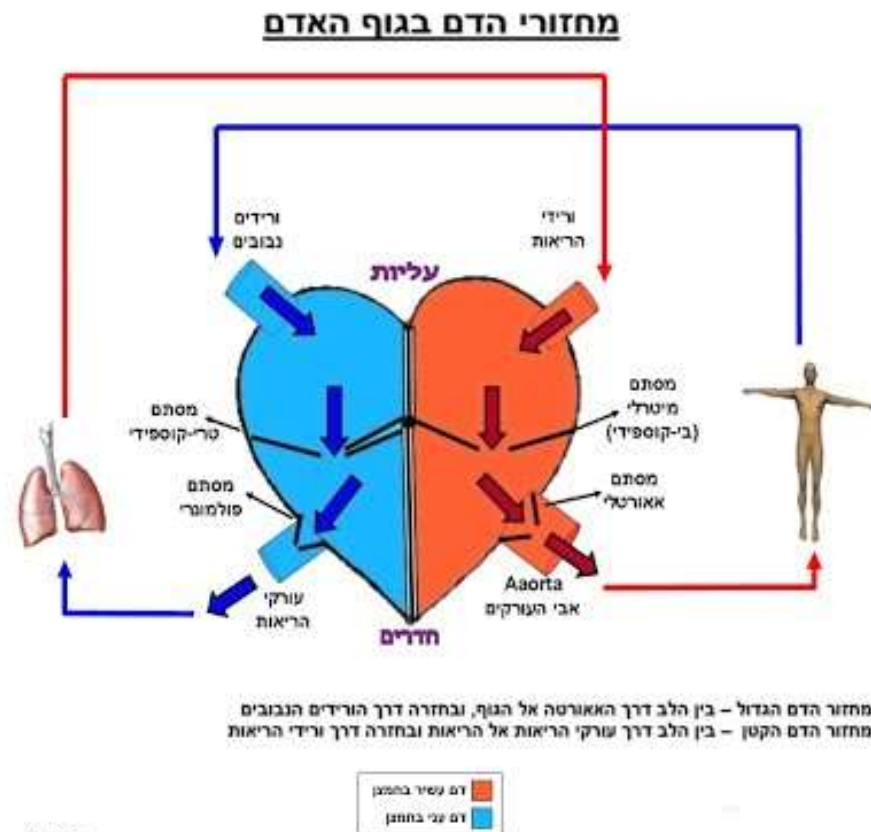
כולל את כלי הדם שמעבירים דם מהלב אל הריאות וחזרה אל הלב.
(כולל: עורקים, ורידים, נימים)

מחזור הדם הגדול (מחזור לב-גוף-לב)

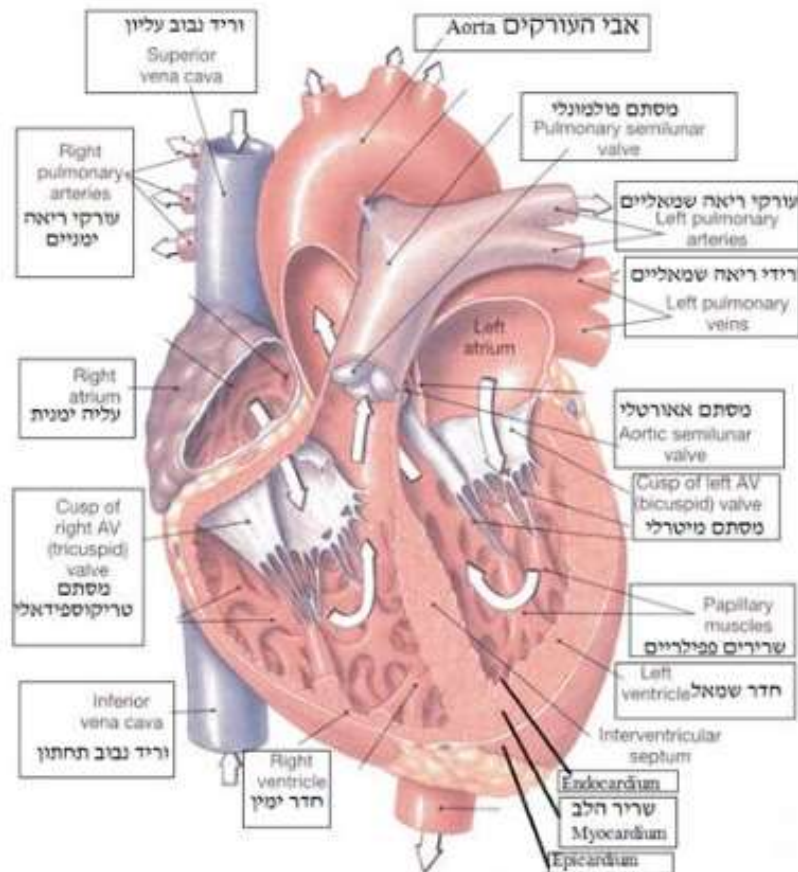
כולל את כלי הדם המעבירים דם מהלב לגוף ובחזרה מהגוף ללב.
(כולל: עורקים, נימים, ורידים)

תזכורת – נשימה תאית

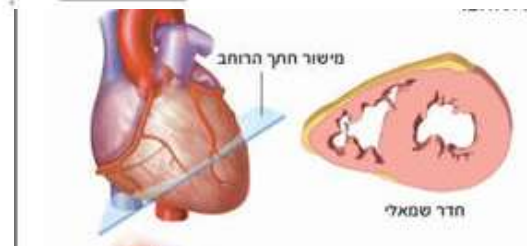
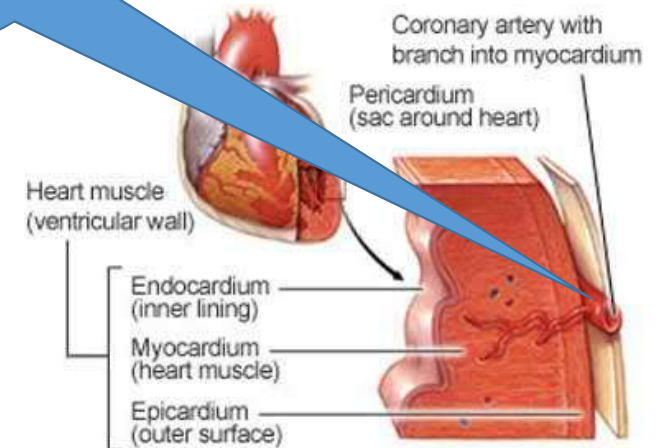
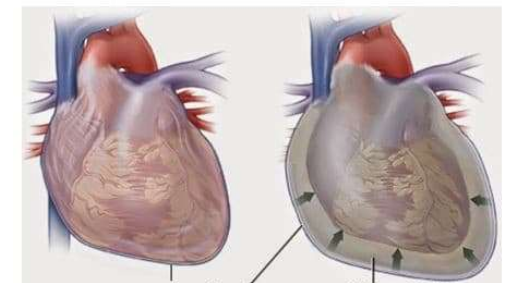
מבנה לב אדם ומחזורי הדם



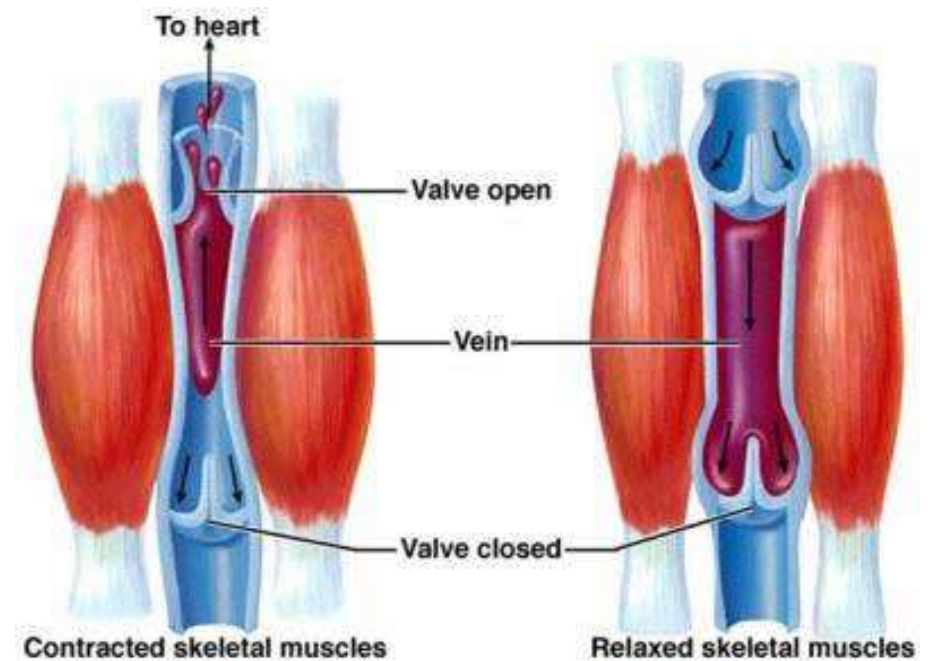
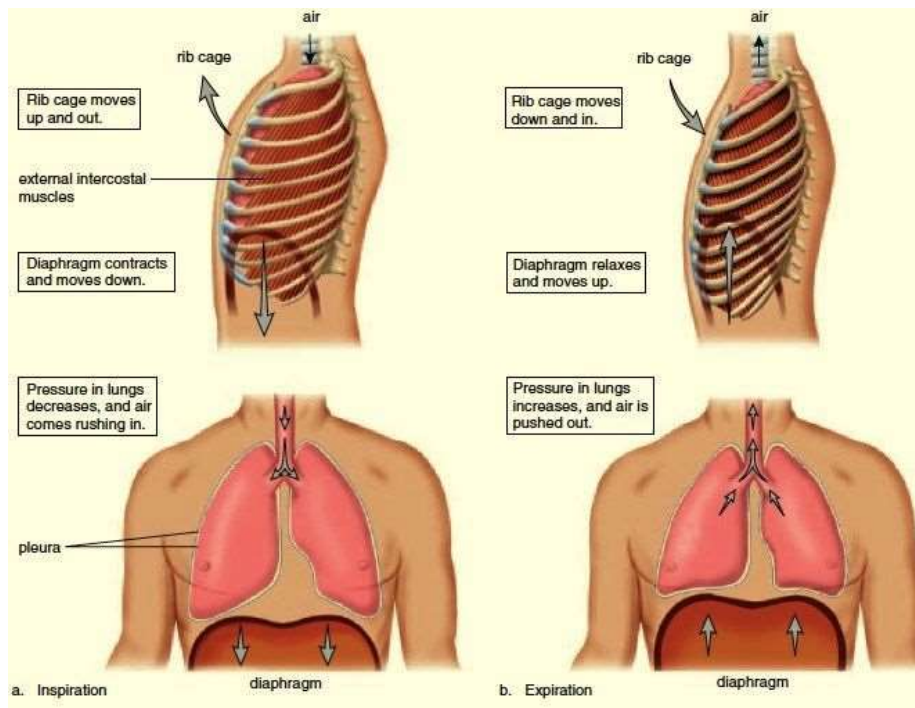
הלב - אנטומיה



מה יקרה,
לדעתכן, אם
העורק הזה
ידמם?



החזרה הורידית – איך דם חוזר ללב מהרגל?



פיזיולוגיה מכנית של הלב

• שלב הדיאסטולה – מילוי חדרי הלב

- הרפיית חדרים (80%)

- כיווץ עליות (20%)

מה קורה במיוקרד?
מה קורה במסתמים?
איך זורם הדם?

• שלב הסיסטולה – ריקון החדרים

- כיווץ החדרים

- (הרפיית עליות)

נפחים ולחצים ניתוח סרטון ומושגים

CO •

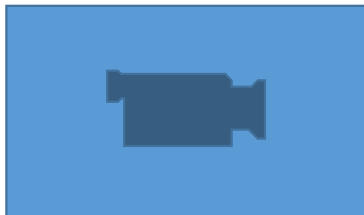
SV •

EDV •

PRELOAD •

AFTERLOAD •

EF •





DIASTOLE

1



EDV

2



SYSTOLE

3



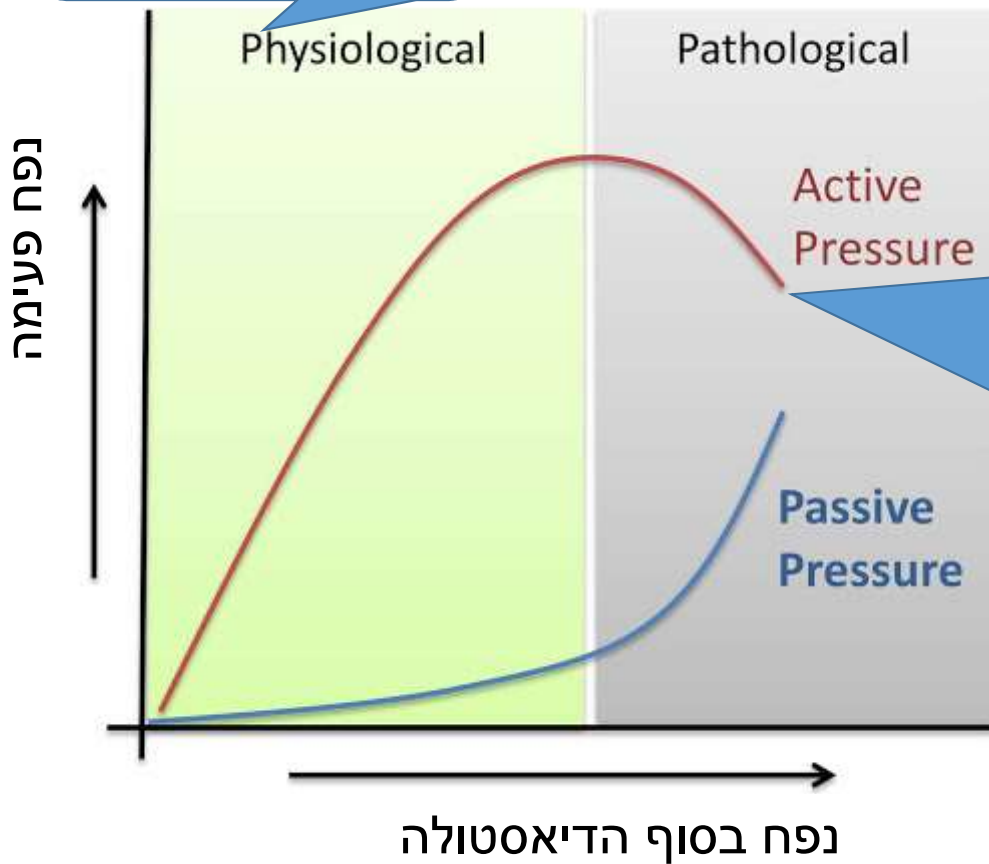
ESV

4

Med Med Bug

תפוקת לב – כמות הדם היוצאת מהלב בדקה

חוק פרנק סטרלינג –
התאמה בין מילוי
החדר לבין הריקון
שלו

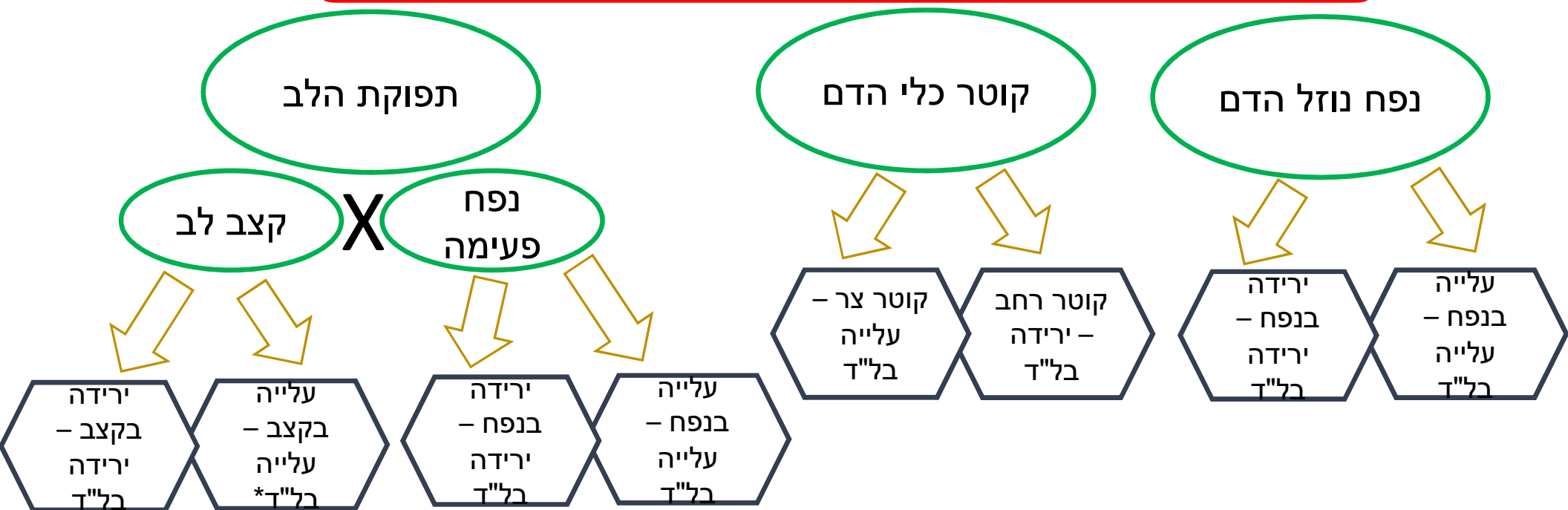


- כמות דם היוצאת בכל פעימה (נפח פעימה) \times מספר הפעימות בדקה (דופק)

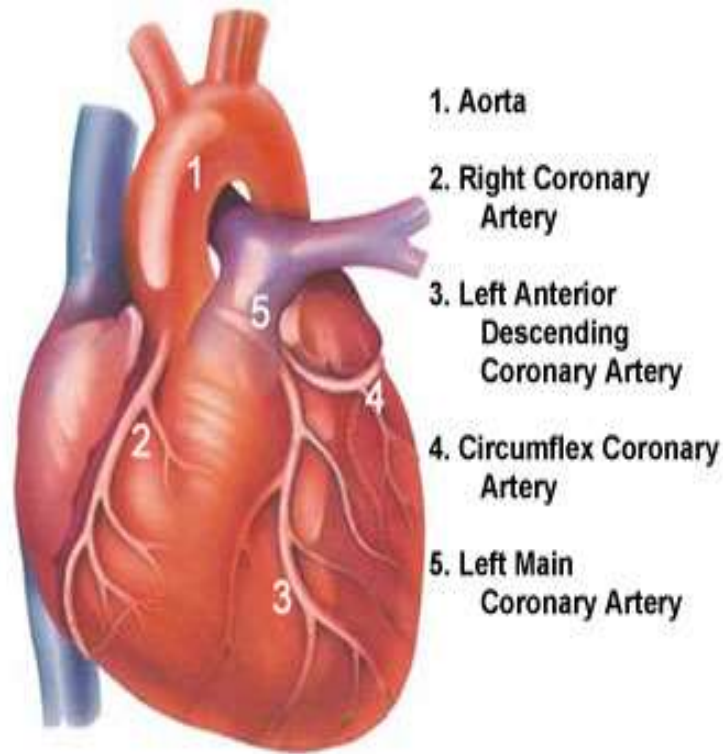
- נפח פעימה – כמות הדם הנכנסת אל הלב (יכולת הדיאסטולה) ועצמת הכיווץ (תכונות המיוקארד)

*קצב גבוה מדי –
ירידה בל"ד

לחץ דם – הלחץ שמפעיל הדם על דפנות העורקים



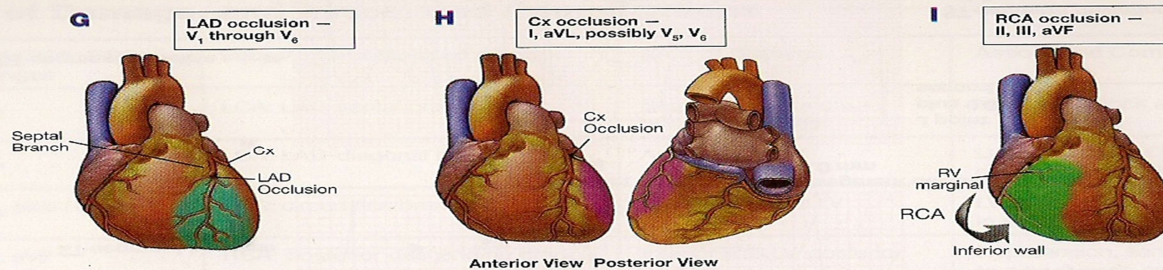
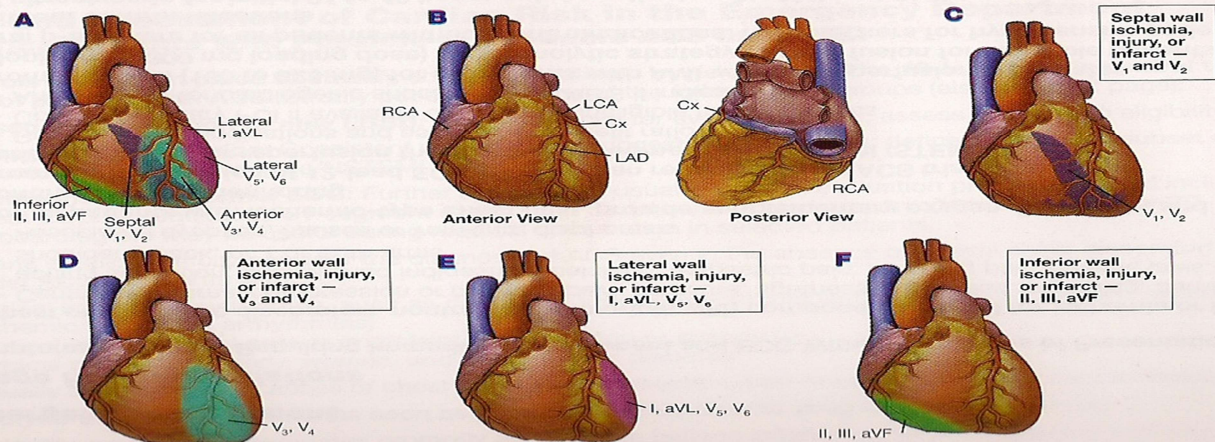
העורקים הקורונריים



- מספקים דם לשריר הלב
- מוצא – תחילתו של אבי העורקים
- עורק לימין
- עורק לשמאל
- התפצליות
- חיבור משני הכיוונים - אנסטמוזיס

עורקים קורונריים (המשך)

- LAD – חלק קדמי (חדר שמאל), חלק מהמחיצה וחלק מהחלק התחתון של הלב
- CX – חלק אחורי וצדי של לב שמאל
- RCA – צד ימין ומערכת הולכה



I lateral	aVR	V1 septal	V4 anterior
II inferior	aVL lateral	V2 septal	V5 lateral
III inferior	aVF inferior	V3 anterior	V6 lateral

Localizing ischemia, injury, or infarct using the 12-lead ECG: relationship to coronary artery anatomy.

הייחוד בתאי שריר הלב

- המבנה של תאי המיוקארד והארגון שלהם נותן להם תכונות מיוחדות:
 - יכולת העברת של זרם חשמלי
 - יכולת שחרור של זרם חשמלי עצמוני (אוטומטיות)
 - מעבר מסונכרון
 - שיטת "הכל או לא כלום"
- המנצחת על התהליך – מערכת ההולכה

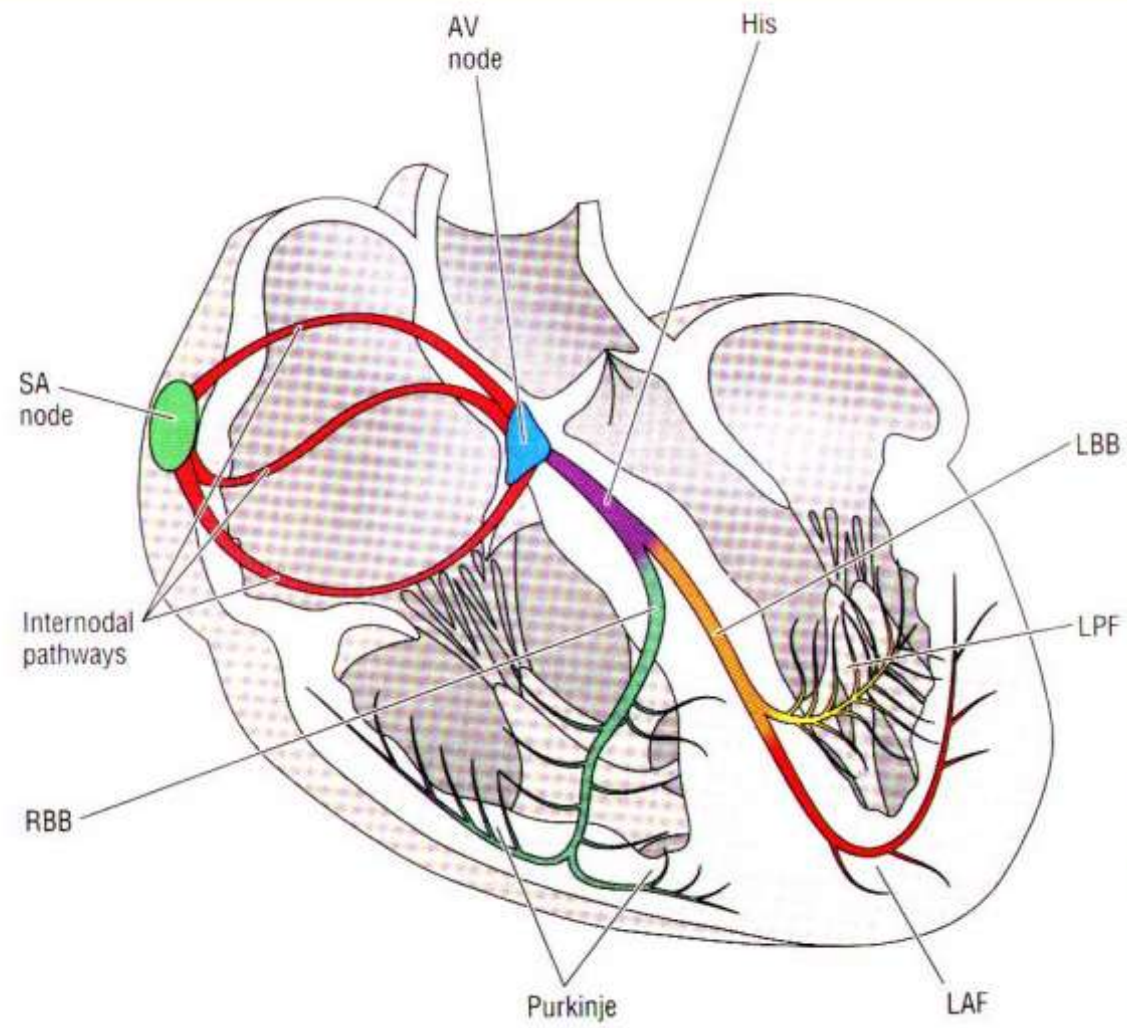
מערכת ההולכה החשמלית

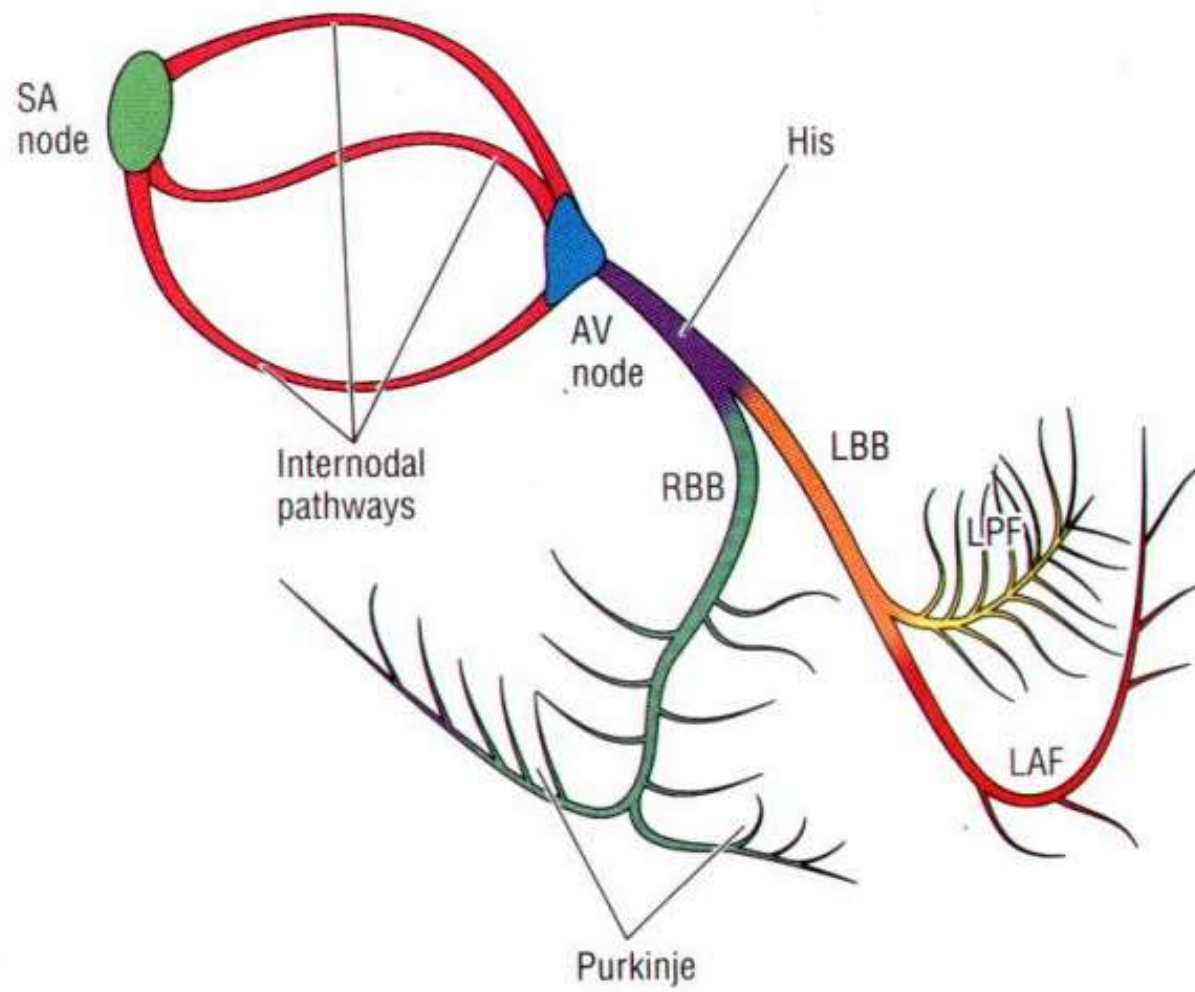
- תפקידים:

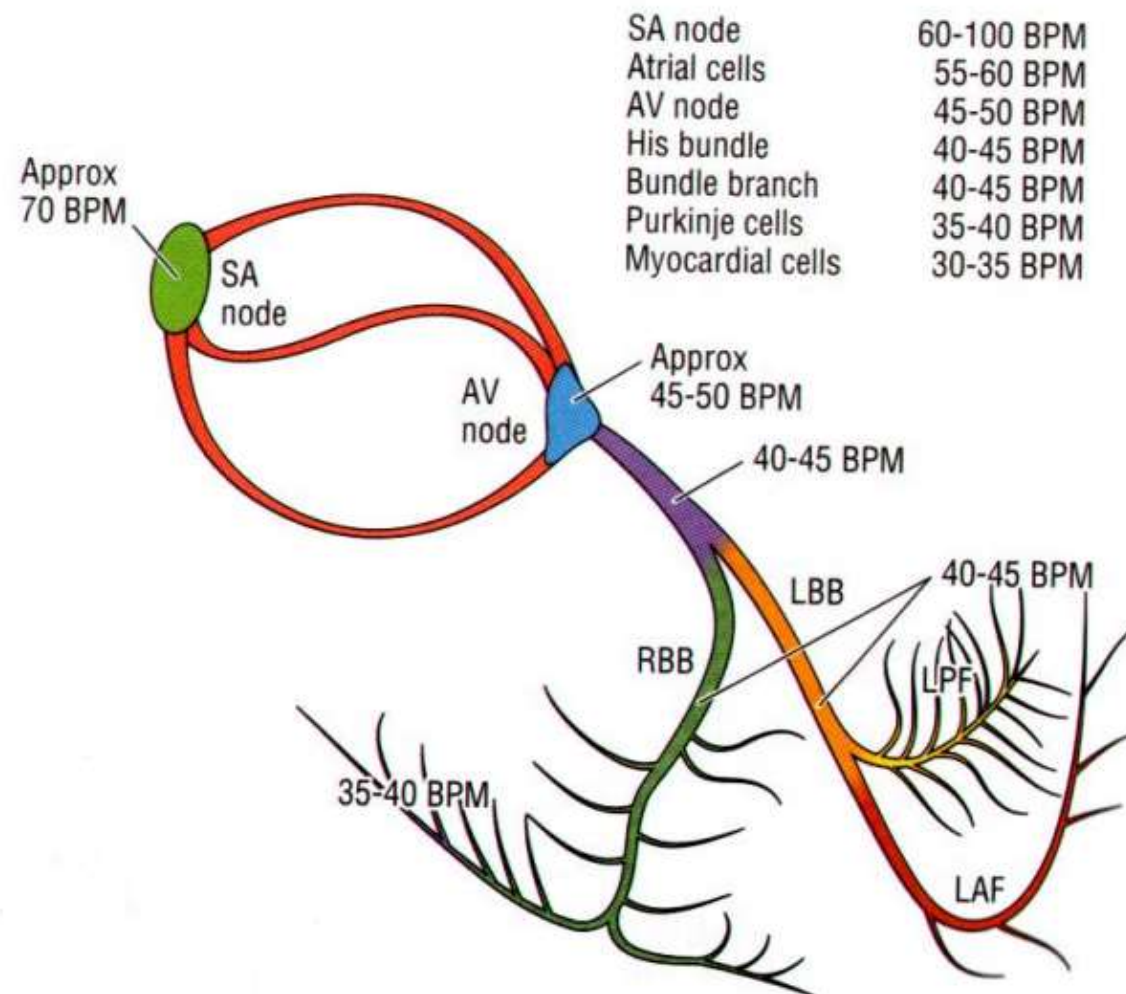
- סנכרון העברת הזרם
- קביעת כיוון אידיאלי לזרימה
- העברת הזרם דרך המחיצה

- תכונות:

- מהירים יותר – המהיר שולט!
- אוטומטיות







מערכת ההולכה החשמלית (המשך)

- גבוה יותר – מהיר יותר – חזק יותר

- Sinoatrial node (sinus) :

- מיקום – חלק עליון בעלייה ימין

- קצב – 60-100 פולסים בדקה

- דרך מסלולים משפעל את העליות

- Atrioventricular node (AV) :

- מיקום – חלק תחתון עליה ימין

- קצב – 40-60 פולסים בדקה

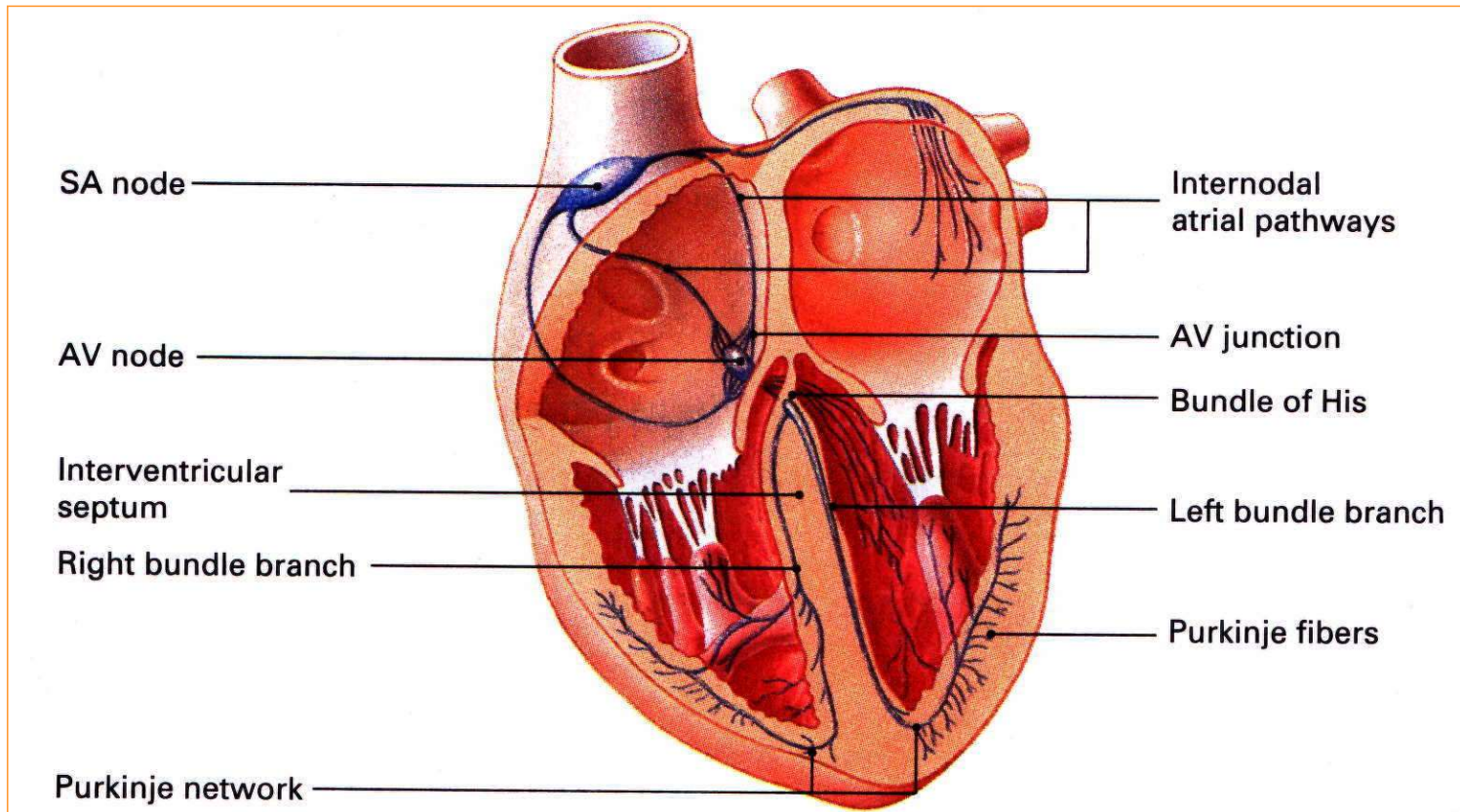
נשמע
מוכר?

השפעה על הסינוס דרך המערכת האוטונומית

מערכת ההולכה החשמלית (המשך)

- הצרור ע"ש היס (Bundle of his):
 - העברת הזרם דרך המחיצה
 - סיב שמאלי המעביר לימני
- סיבי פורקנייה (Purkinje fibers):
 - קצב – 20-40
 - שפעול החדרים מהאפקס כלפי מעלה

מערכת ההולכה החשמלית (המשך)



תאום חשמלי - מכני

- מעבר הזרם מהסינוס עד ה-AV יגרום לכווץ מכני של העליות מלמעלה למטה ולסיום הדיאסטולה.
- מעבר הזרם מה-AV עד סיבי פורקנייה לא יתבטא בפעילות מכאנית
- מעבר הזרם בסיבי פורקנייה יגרום לכווץ החדרים ולסחיטתם מלמטה כלפי מעלה – אל פתח האאורטה
- ייתכן קצב חשמלי ללא מכני! (PEA)