

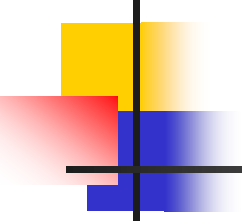
Proteins



ADAM.

החלבונים

דר' יוספה אברהם  
המחלקה למטבוליזם ותזונת האדם



# החלבונים

■ החלבונים משמשים בגוף:

- לבניית תאים ורקמות,
- לוויסות תהליכים כימיים ופסיולוגים
- להגנה מפני גורמי מחלות
- ובמצבים של חוסר אנרגטי משמשים מקור אנרגיה.
- הם מהווים כ-18% ממשקל גופו של אדם מבוגר

■ החלבונים בנויים מ20 חומצות אמינו,

■ 9 חיוניות שאינן נוצרות בגוף ויש לספקם דרך המזון

והן: איזולאוצין, לאוצין, ואלין, ליזין, תראונין, מתיונין,  
פנילאלנין, טריפטופאן והיסטידין

■ ו11 מיוצרות בגוף והן אלנין, חומצה אספרטית,

אספרגין, חומצה גלוטמית, ופרולין שחמש מתוכן

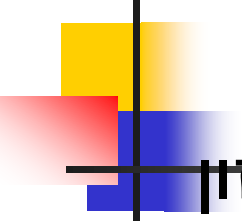
עשויות להפוך לחיוניות בתנאים מסויימים(במצבי מחלה

או ינקות) והן ציסטאין, ארגינין, טירוזין, סרין, וגליצין.

■ יש מספר חומצות אמינו שאינן משתתפות במבנה

החלבונים כמו טאורין החיוני ביצירת מלחי מרה

ואורניתין בייצור שינן.



# חומצות אמינו

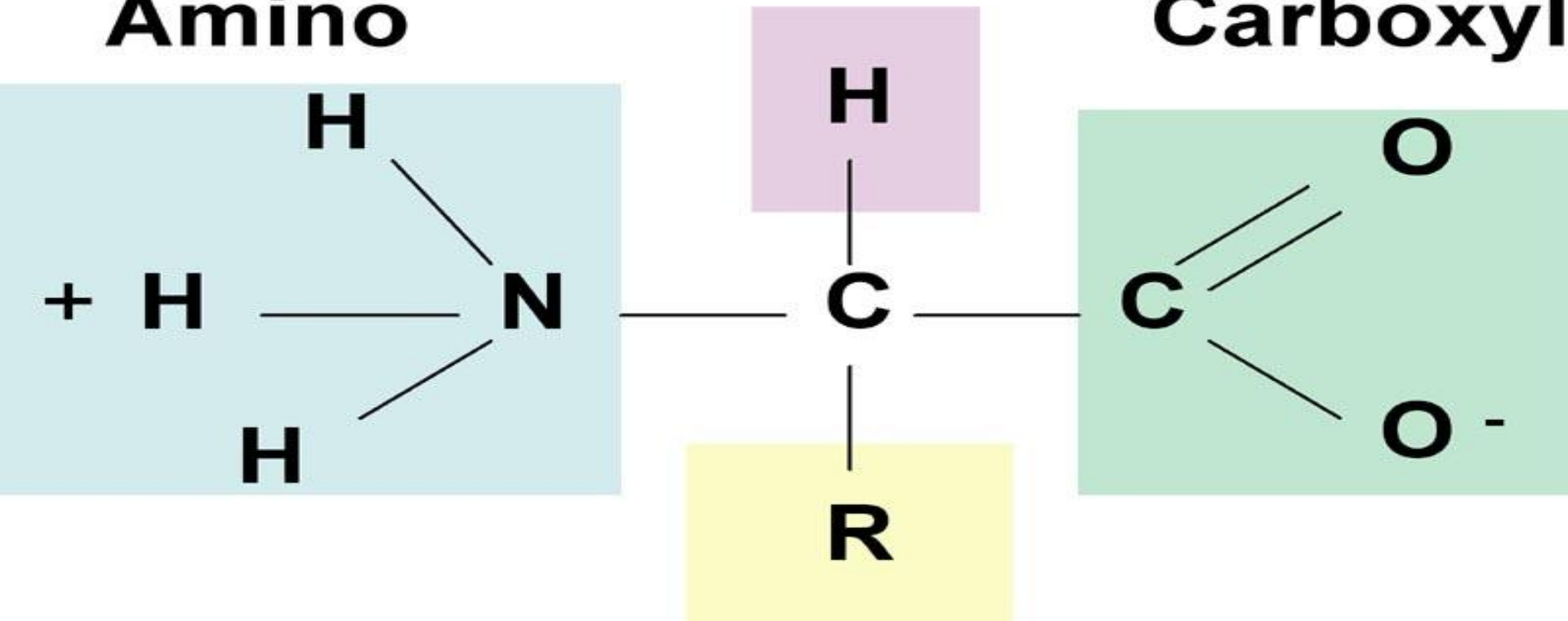
- חומצות אמינו מתקבלות בגוף מפירוק החלבונים שבמזון ומתוצרים מטבולים שונים
- הגוף זקוק לחומצות אמינו כדי לבנות את החלבונים הנחוצים לו . חלבונים חדשים נבנים בתאי הגוף ללא הרף לצורכי קיום יום יומי ולבניית מרכיבי גוף בתקופות כמו גדילה הריון הנקה ומחלה
- משמשות פרקורסורים גם לחומרים שאינם חלבונים כמו ההורמונים תירוקסין , אפינפרין , בסיסים חנקניים המשתתפים במבנה חומצות גרעין
- חומצות האמינו מורכבות מאטומי פחמן מימן וחמצן לפחות אטום חנקן אחד ושתיים מהחומצות מכילות אטום גפרית וכולן קבוצה קרבוקסילית , קבוצת אמינו ושייר השונה בהרכבו מחומצה לחומצה

# Amino Acid Structure

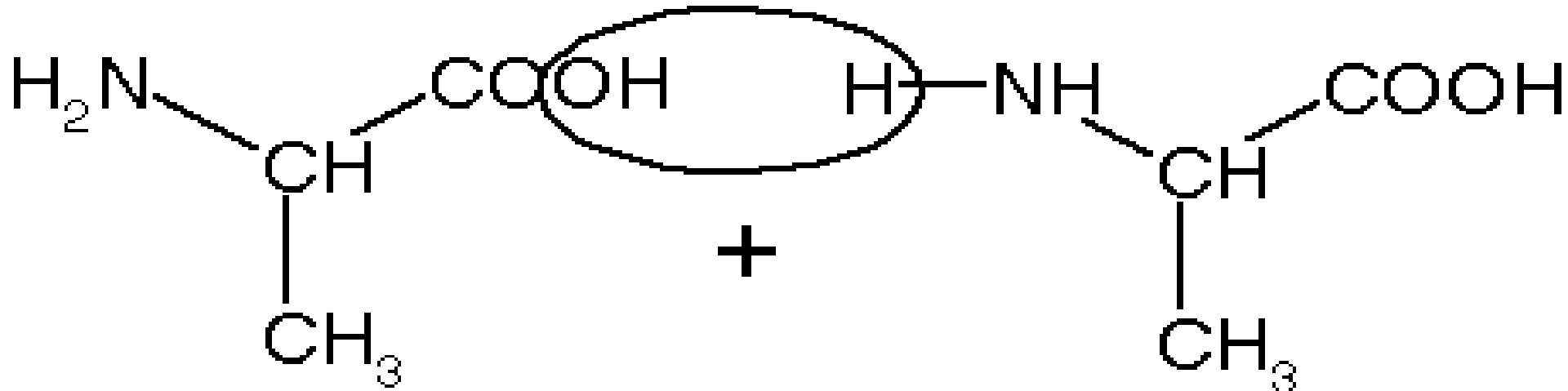
Hydrogen

Amino

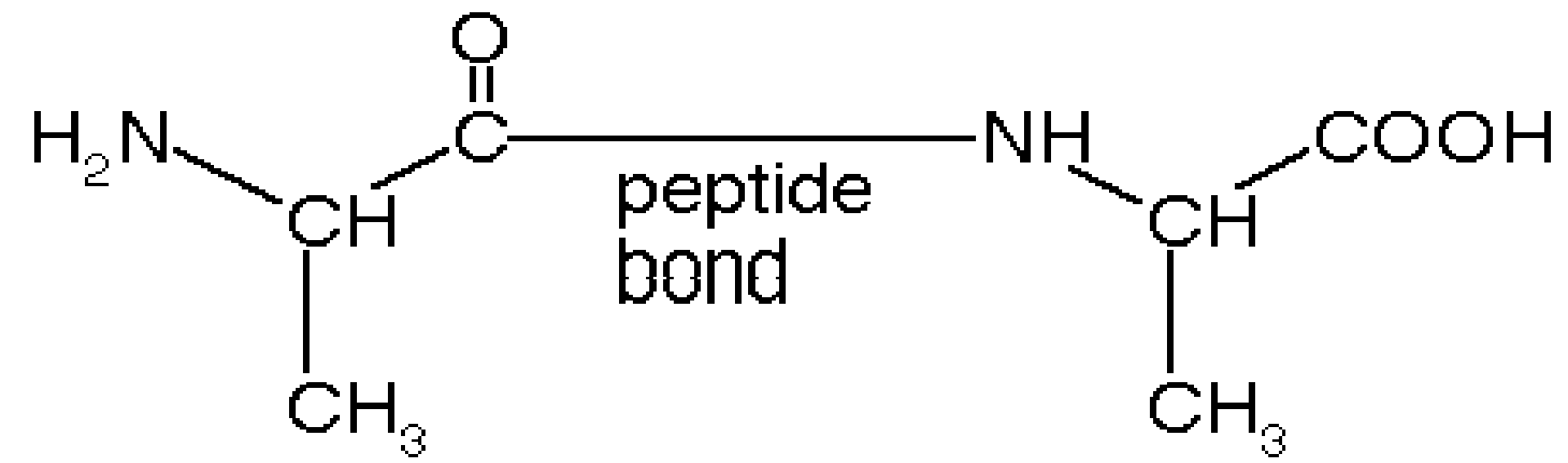
Carboxyl

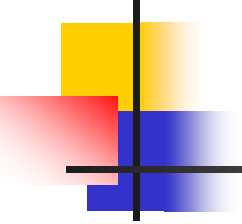


R-group  
(variant)



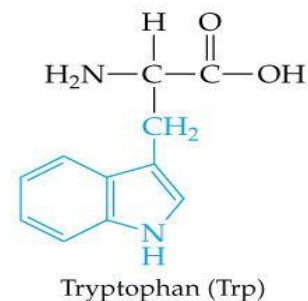
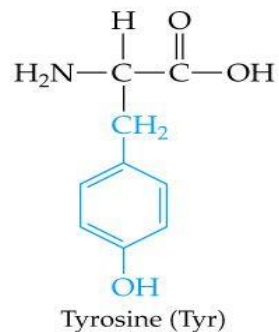
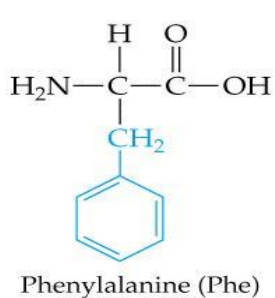
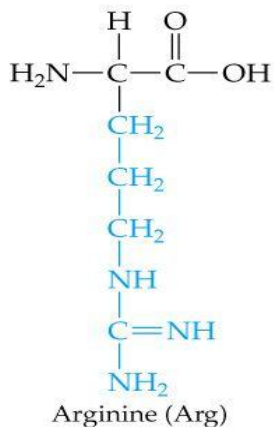
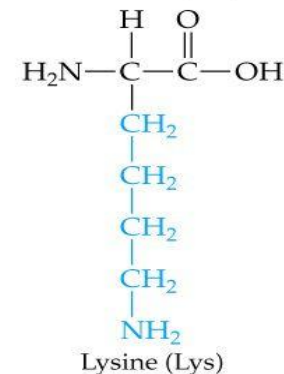
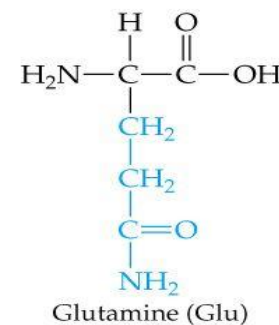
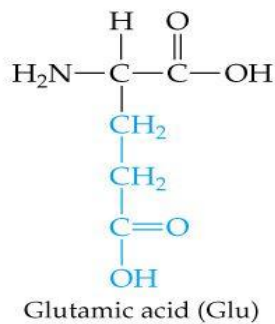
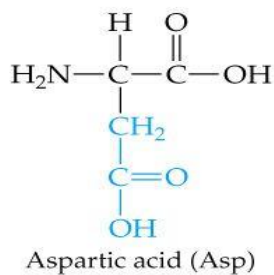
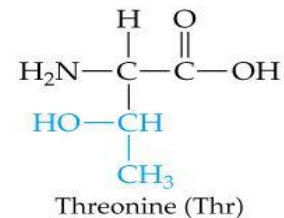
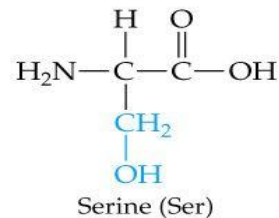
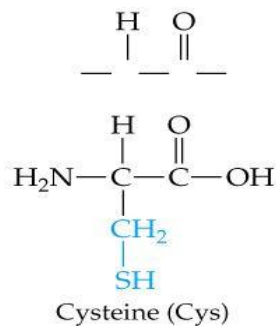
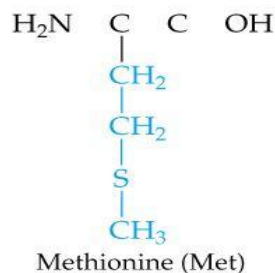
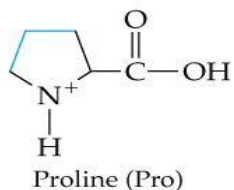
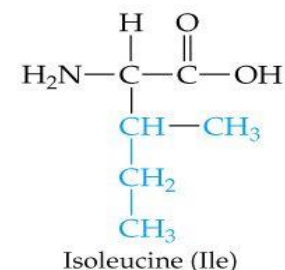
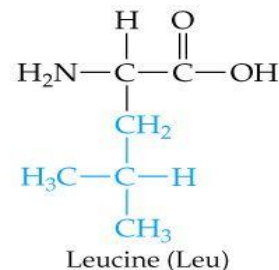
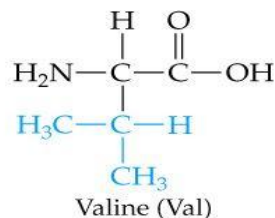
+





# החלבון

- חומצות אמינו נקשרות זו לזו בקשרים פפטידים ויוצרות שרשרות פפטידיות באורכים שונים.
- החלבון מורכב משרשרת פוליפפטידית אחת או מכמה שרשרות הקשורות זו לזו
- הרצף שבו ערוכות חומצות האמינו במולקולת החלבון נקרא מבנה ראשוני של החלבון
- רצף זה קבוע ויחודי לכול חלבון והוא נקבע לפי המידע הקיים בחומר התורשתי





# החלבון

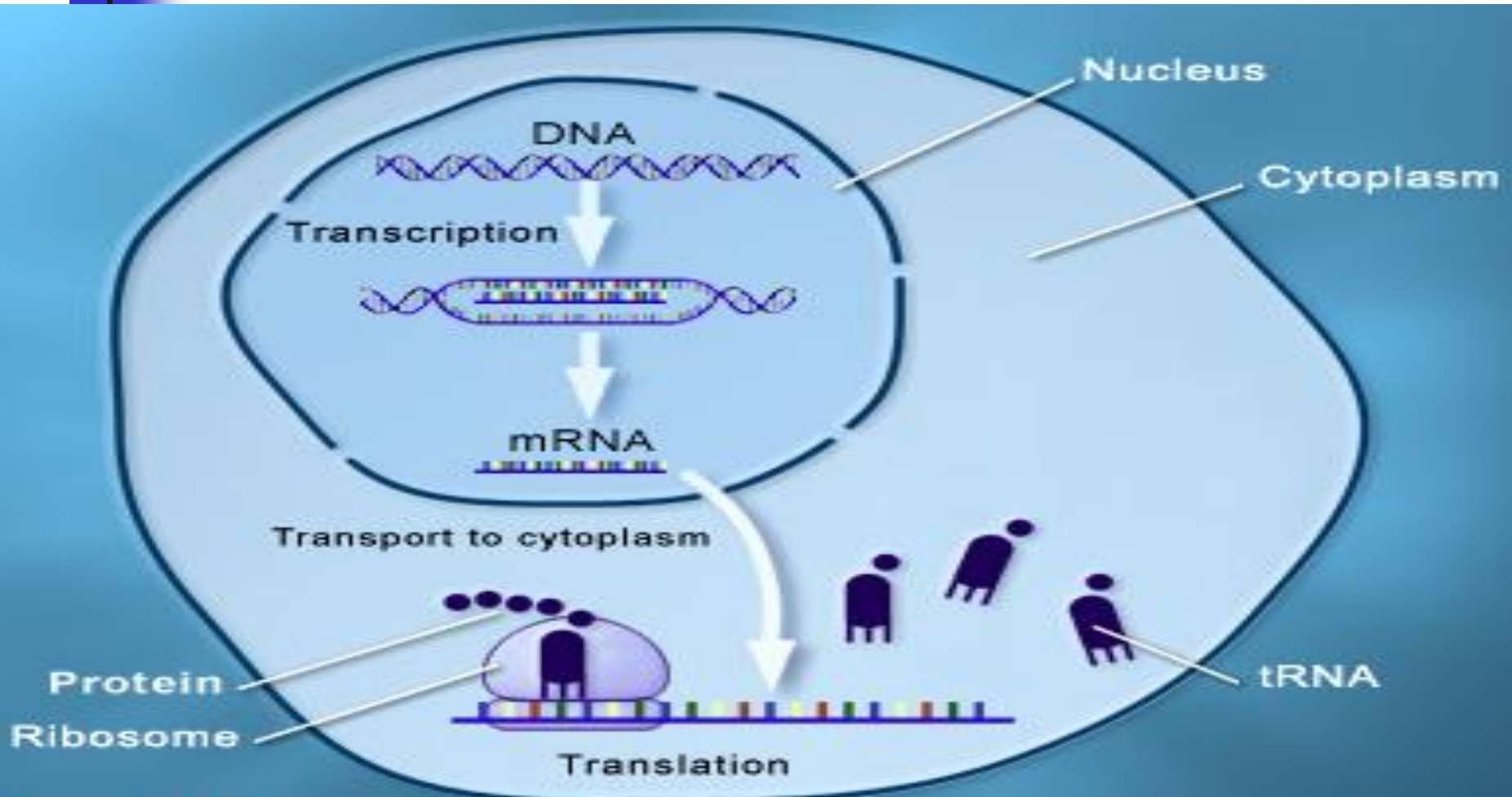
---

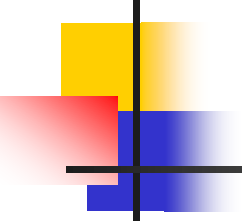
- הרצף הראשוני קובע את המבנה המרחבי של החלבון ואת תפקודיו הייחודיים

- חלבוני הגוף נמצאים במצב מתמיד של פירוק ובנייה מחדש המתרחשים בקצב שונה מרקמה לרקמה , מגיל לגיל וממצב מטבולי אחד למשנהו

- במצב של חסר אנרגטי חומצות האמינו מתפרקות לקבוצות אמינו המסולקות בשתן בצורת שינן ולתרכובות פחמניות העשויות לשמש לייצור חומרים חיוניים אחרים

# יצירת החלבון





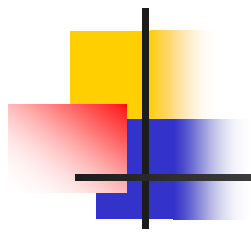
# חלבון

- הצורך של הגוף בחלבונים תלוי
- בערכם התזונתי ,
- בתכולת חומצות האמינו החיוניות שלהם
- ובמידת העיכוליות שלהם
- הכמות היומית המומלצת לאדם מבוגר היא 0.8 גר חלבון לכול קג של משקל גוף



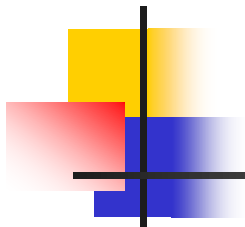
# חלבונים

- **בתקופת הריון, הנקה ומצבי מחלה עולה צורך הגוף בחלבונים**
- כדי להשיג תזונה מאוזנת של חלבונים יש לגוון את המזון או לצרוך חלבונים בעלי ערך תזונתי גבוה .
- מועצת המחקר הלאומית (RDA) ממליצה על צריכה של 0.8 גרם חלבון ליום לכל קילוגרם משקל גוף.
- לאנשים העוסקים בספורט ובפיתוח גוף מומלצת צריכה גבוהה יותר בין 1.2 ל-1.7 גרם
- כמות החלבונים הנדרשת בדיאטה משתנה לפי גיל, מין, משקל, רמת פעילות גופנית, והמצב הבריאותי
- לתינוקות מומלץ לצרוך 2.2 גרם לכל קילוגרם משקל גוף.

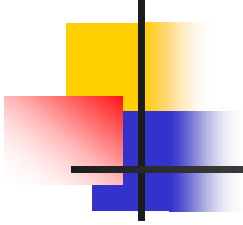


## ■ מחסור בחלבון

- דיאטה מערבית טיפוסית רוויה בחלבון מן החי. גם הצמחונים והטבעונים צורכים כמויות סבירות של חלבון מן הצומח בעולם המפותח. כתוצאה מזה סכנת במחסור בחלבון איננה קיימת כמעט בעולם המערבי למעט מצבי מחלה כמו אנורקסיה.
- מחסור בחלבון מזוהה יותר עם רעב וקיים בעיקר בארצות העולם השלישי.



- **חסרים בחלבונים** יכולים להוביל לתחושת **עייפות**, לפגיעה בקצב ההתפתחות הפיזית והמנטלית, לעמידות **לאינסולין**, לנשירת **שיער**, לאיבוד ה**פיגמנטים** של השיער, לאיבוד ממסת ה**שריר**, לירידה בכושר שחלוף רקמות חלבוניות, ל**טמפרטורת** גוף ירודה, לצמצום בייצור אנזימים והורמונים, לאי-סדירות ה**הורמונלית**, לאיבוד אלסטיות ה**עור**, לפגיעה ב**מערכת החיסונית** ובפוריות.
- חוסר חמור יותר בחלבונים, כמו זה המתבטא בעת **רעב המוני**, הוא **קטלני** (כמו בתסמונת ה**קוושירקור**).
- תסמונת קוושירקור מתפתחת לרוב אצל תינוקות כתוצאה ממחסור בחלבון לאחר ההיגמלות מההנקה. אם המחלה לא מטופלת, גוף האדם אינו מסוגל לטפל בזיהומים וכתוצאה מכך עשוי להידרדר מצבו ואף להגיע למוות.



## ■ סכנות בצריכת יתר

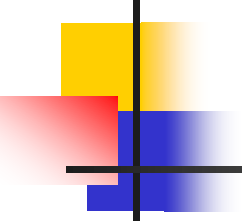
■ צריכה מוגזמת של חלבונים נקשרה לבעיות הבריאותיות הבאות:

■ תגובות מוגזמות במערכת החיסונית.

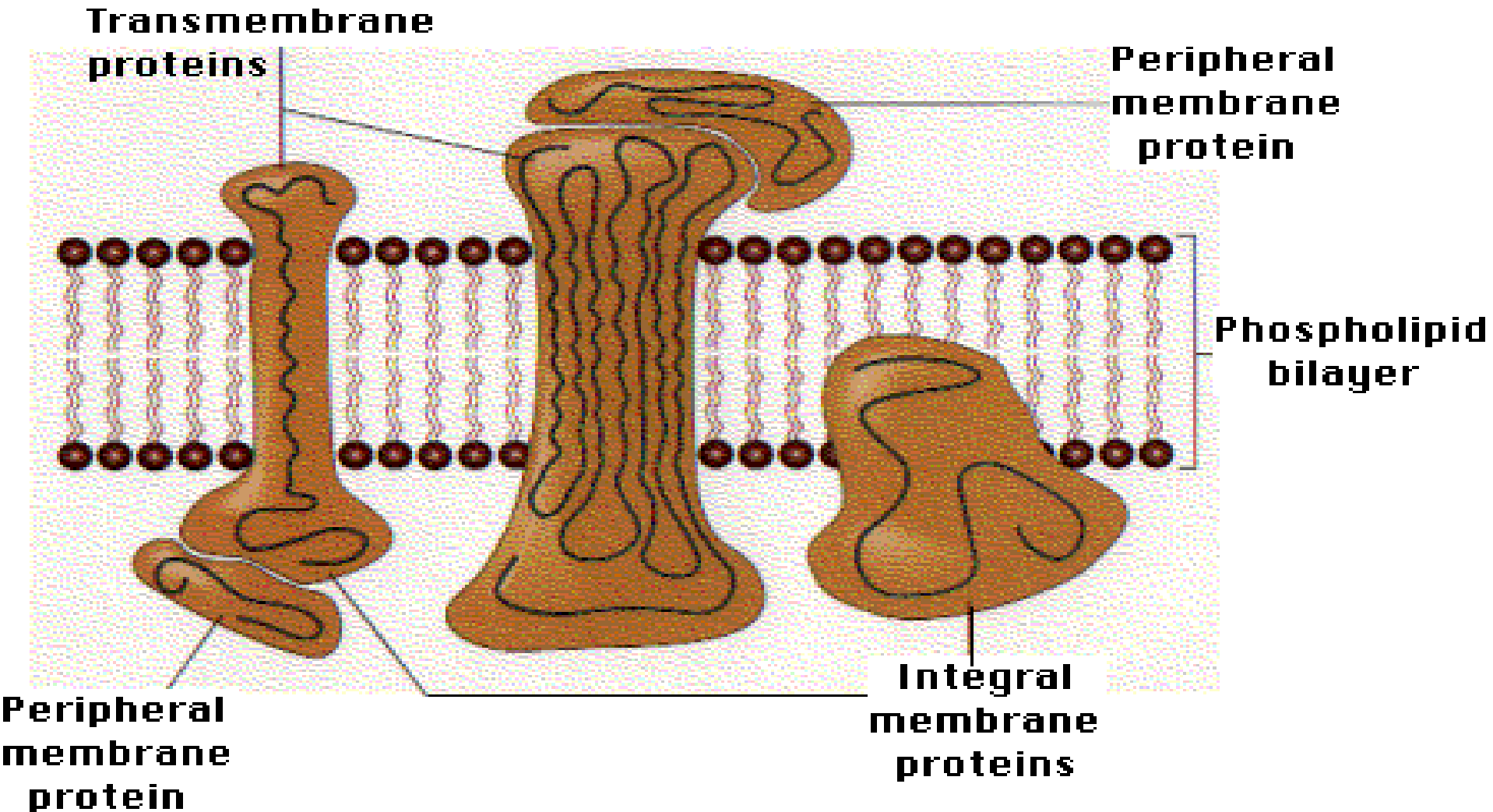
■ תפקוד לקוי של הכליות בשל כמות מוגברת של משקעים רעילים, כגון אמוניה.

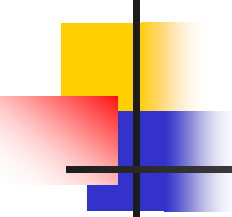
■ איבוד מצפיפות העצמות - פריכות העצמות נגרמת משום חלחול סידן וגלוטמין מהעצמות ומהשרירים במטרה לאזן את החומציות הנוצרת לאחר פירוק של מזונות עתירים בחלבון (ה-pH של הדם נשמר בסביבות כ-7.4).

■ חלבונים מסוימים יכולים לגרום לאלרגיות ולהוביל לתגובות אלרגיות לסוגים מסוימים של מזונות. זאת משום שהמבנה של כל סוג חלבון שונה, כאשר חלק עשויים לעורר אלרגיות והשאר יתקבלו בלי בעיות. כך למשל אנשים רבים אלרגיים לגלוטן - החלבון בחיטה ובדגנים אחרים

- 
- רוב החלבונים משמשים לבניית תאי הגוף והשאר כאנזימים, הורמונים, נוגדנים ורצפטורים
  - החלבונים משתתפים גם בתהליכי הקרישה של הדם וחלקם כנשאים של מולקולות שונות בנוזלי הגוף כמו הליפופרוטאינים הנושאים את השומנים בדם, וההמוגלובין הנושא את החמצן
  - מחמצון גרם אחד של חלבונים מפיק גוף האדם 4 קקל

# חלבוני הממברנה





# דנטורציה

---

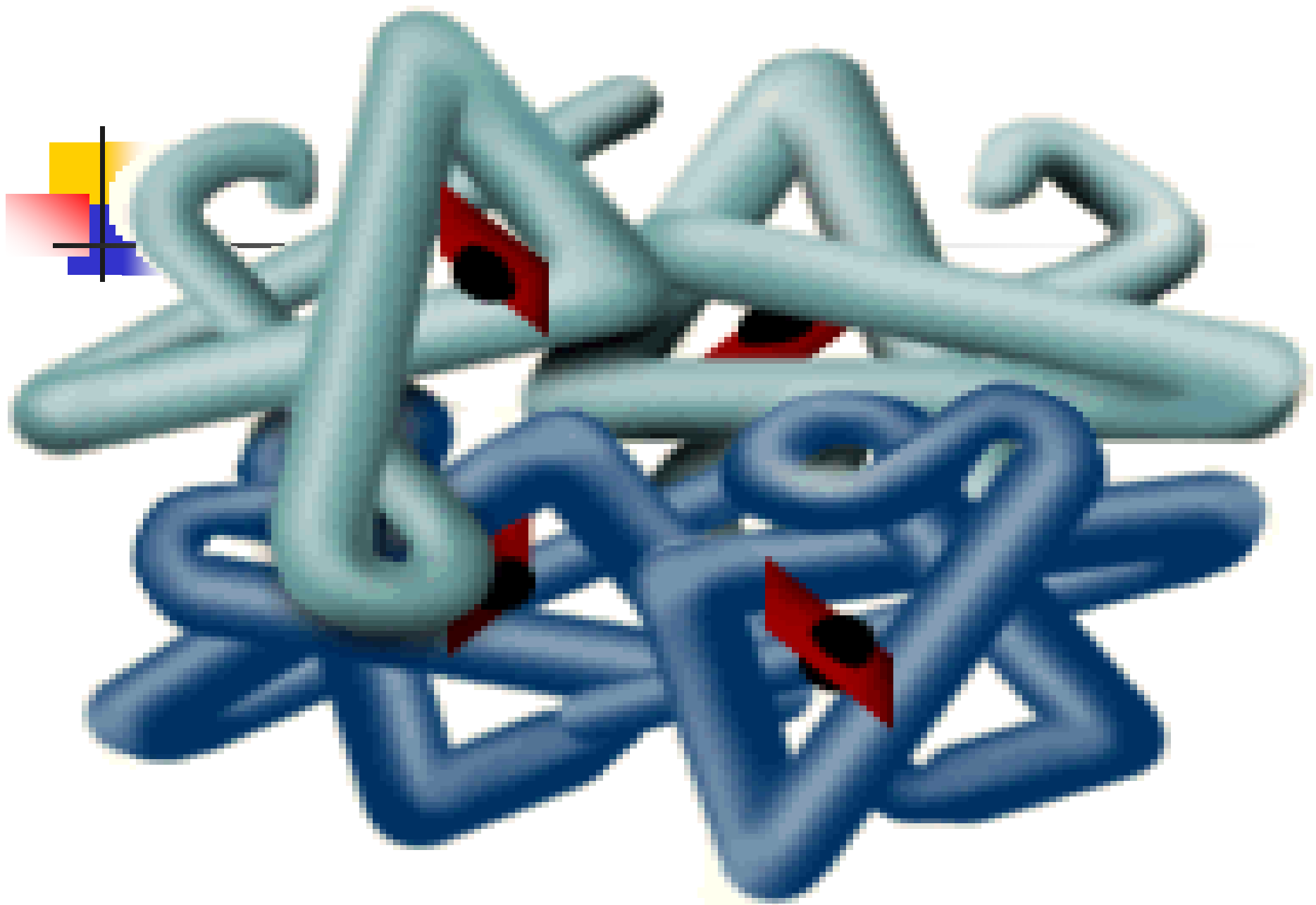
- בישול מזונות המכילים חלבונים כמו חלב בשר וביצים גורם לקרישתם , תהליך זה נקרא דנטורציה והוא נגרם עקב הרס במבנה המרחבי.
- הדנטורציה יכולה להתרחש גם בסביבה בסיסית או חומצית או בעת הקצפה.
- חלבון שעבר דנטורציה אינו מאבד מערכו התזונתי



# מיון החלבונים

---

- החלבונים מתחלקים לחלבונים כדוריים (גלובולריים) וחלבונים סיביים
- החלבונים הכדוריים מסיסים במים כמו המוגלובין והסיביים אינם מסיסים
- מבחינים בין חלבונים פשוטים וחלבונים מורכבים
- החלבונים הפשוטים מכילים רק שרשרות פוליפפטידים והמורכבים מכילים גם מרכיבים לא חלבוניים



**hemoglobin**

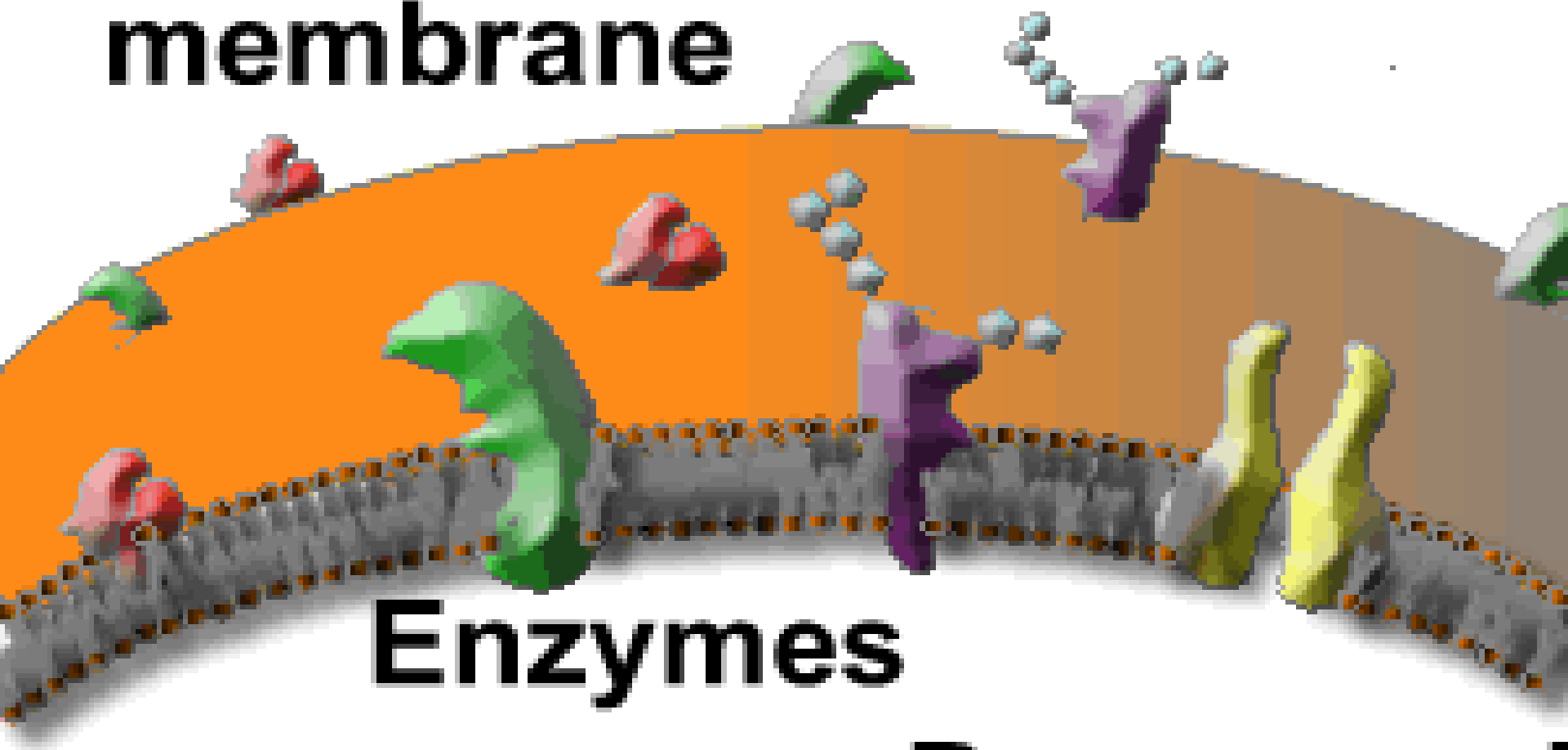
■ גליקופרוטאינים מכילים גם פחמימות ומצויים בשטח הפנים של התא

■ ליפופרוטאינים מכילים מרכיבים שומניים ומשמשים כנשאי השומנים בדם

■ המופרוטאינים המכילים קבוצת ברזל כמו המוגלובין

■ מטלופרוטאינים המכילים יוני מתכת לדוגמא הטרנספרין הנושא את הברזל בפלסמה

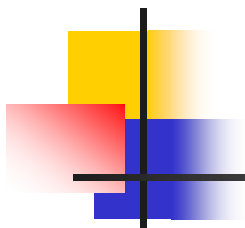
# Proteins in the membrane



**Enzymes**

**Pumps and  
Channels**

**Markers**



■ תהליכי הבנייה והפירוק של החלבונים מתרחשים  
באינטנסיביות כאשר לכול חלבון אורך חיים משלו  
הנקבע לפי מבנהו

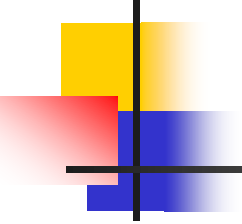
■ קצב התהליכים שונה מרקמה לרקמה כאשר בתאי מוח  
עצם ובאפיתל המעי התהליכים מהירים ,

■ בכבד ובכליה איטיים ,

■ בשרירים ובמוח איטיים יותר

■ וברקמות החיבור איטיים ביותר

■ קצב הפירוק מוגבר בגיל הזקנה



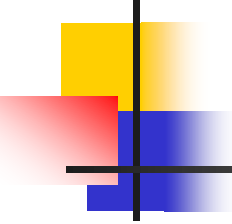
---

- במצבי צום מוגברים ובמחלה תהליכי הפירוק גוברים ומתאפשרת אספקת אנרגיה

- במצבי מחלה יש צורך בהגברת אספקת רכיבי התזונה

- את מאזן החלבונים בגוף ניתן לקבוע באמצעות מאזן החנקן  
**כלומר כמות החנקן הנצרכת דרך המזון לעומת כמות החנקן המורחקת מהגוף בשתן בצואה ודרך העור.**

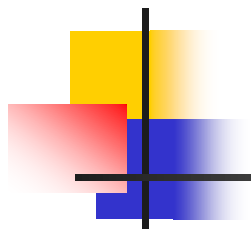
- החלבונים מתפרקים לחומצות אמינו וכול חומצת אמינו מתפרקת לשינן המופרש דרך השתן ותרכובת פחמנית המתפרקת לפחמן דו חמצני ולמים או בנייה מחדש. הפרוק מוגבר בחסר של אנרגיה ופחמימות



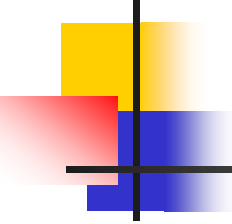
# מאזן החנקן

---

- בשתן מצוי החנקן בשינן, יוני אמוניה, חומצת שתן, וקריאטינין שהוא חומר עתיר אנרגיה תוצר של קריאטין פוספט שנמצא בשריר
- בצואה מצוי החנקן בחלבונים המופרשים ממערכת העיכול בתאי אפיתל המעי ובחיידקי המעי
- איבוד החנקן דרך העור מתרחש באמצעות הזיעה והתאים הנושרים מהעור
- איבוד קטן דרך האף הציפורניים השיער הזרע והווסת



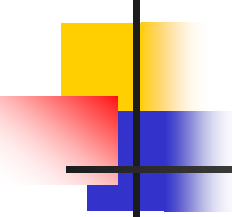
- בתהליך פירוק של פורינים ופירימידינים ,  
בסיסים חנקניים הנמנים עם רכיבי חומצות  
הגרעין, מופרש בשתן שינן
- מאזן החנקן-משקף את מאזן החלבונים בגוף  
כאשר משמעו ההפרש בין הצריכה וההפרשה
- החנקן מצוי בחומצות אמינו פורינים  
ופירימידינים חומצת שתן ושינן(אוריאה)



# מאזן חנקן

---

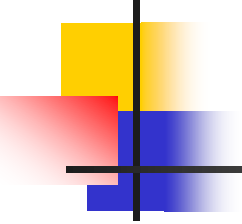
- מאזן החנקן משקף את מצבו התזונתי של האדם ביחס לחלבונים
- מאזן חנקן שלילי משמעו שכמות החנקן המופרשת גדולה מזו הנצרכת כפי שקורא בירידה במשקל, במחלה ובמחסור בחלבונים במזון
- מאזן חנקן חיובי משמעו שכמות החנקן הנצרכת גדולה מזו המורחקת כפי שקורה בהשמנה, בתקופת גדילה או בזמן החלמה ממחלה
- **הורמונים המשפיעים על מאזן החנקן בגוף הם הורמון הגדילה והטסטוסטרון המגבירים את אצירת החנקן בגוף והורמונים קטבוליים כמו התירוקסין מגבירים קצב הרחקתו**



# מידת העיכוליות

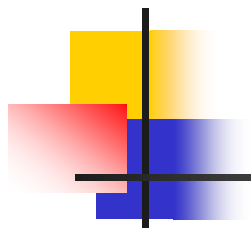
---

- כמות החנקן שנספג באחוזים מתוך כלל כמות החנקן שבחלבון מסויים שנאכל
- בחישוב זה נלקח בחשבון איבוד החנקן הקבוע של הגוף בהעדר חלבונים במזון
- עיכוליות יחסית נקבעת ביחס לחלבוני ביצה חלב ובשר שקיבלו ציון 100
- תינוקות זקוקים ליותר חלבונים מילדים ומבוגרים ולכן חשוב לאכול מוצרי חלב ביצים ובשר



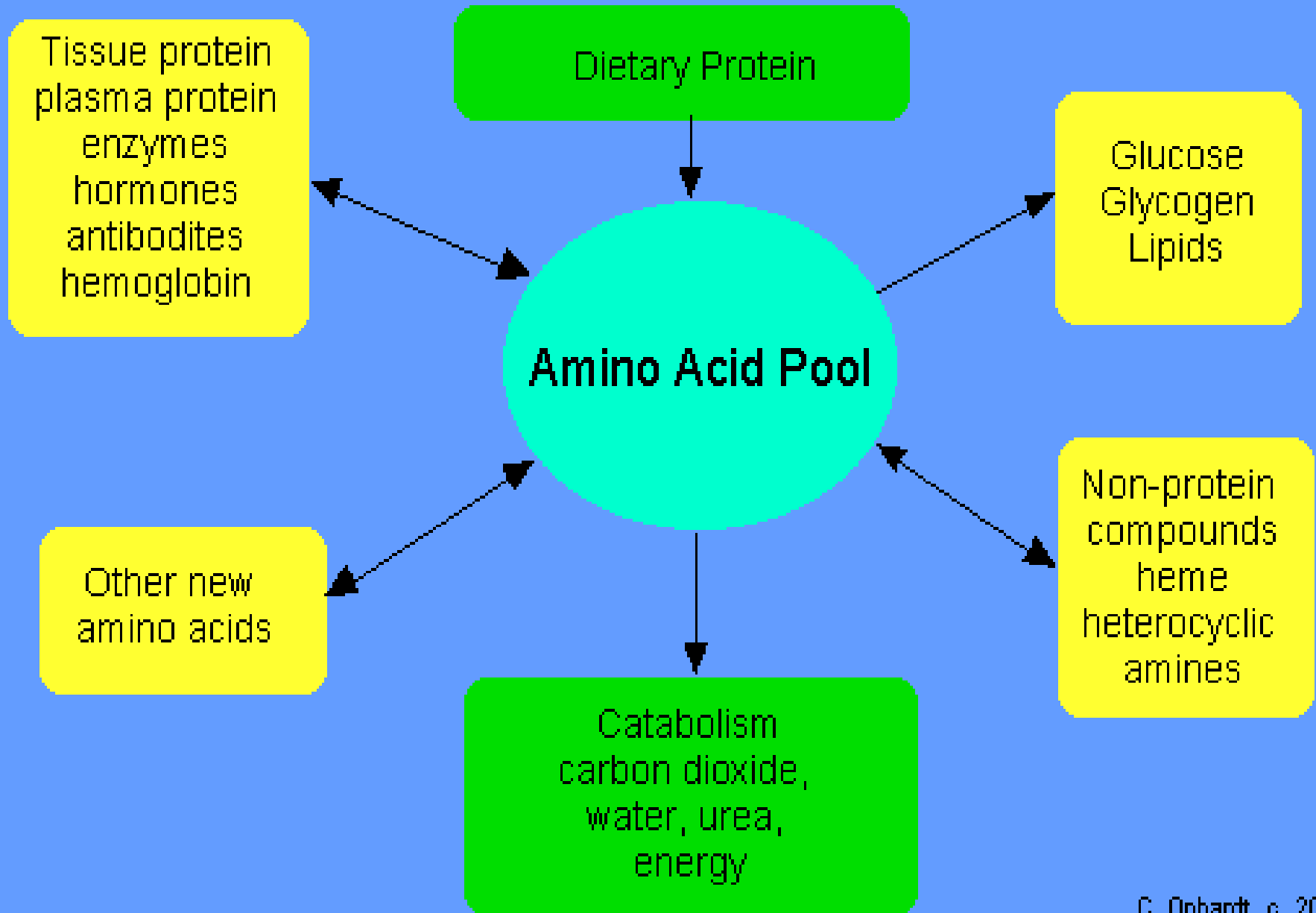
## מחלות תורשתיות וחלבונים

- רוב של כ-4,000 ה**מחלות התורשתיות** הגנטיות הידועות ל**רפואה** קשורות לתפקוד לקוי או להיעדר של חלבון מסוים בגוף.
- חשיבותם העצומה של החלבונים לחיים מודגשת באמצעות הנזק הרב העלול להיגרם לגוף עקב חוסר תפקודו של חלבון בודד; הדבר מראה כי למרות שבגוף פועלים עשרות אלפי חלבונים שונים, לכל אחד מהם תפקיד ספציפי ביותר והחלבונים האחרים אינם מסוגלים בדרך-כלל לחפות על חוסר תפקודו של חלבון מסוים.
- במחלות גנטיות קיימת מוטציה- ברצף הנוקלאוטידים שב-DNA. הפגם עשוי לגרום:
- לייצור חומצת אמינו **שגויה**,
- לה**שמטת** חומצת אמינו מהשרשרת החלבונית,
- לה**פסקת** קידוד הגן במקום בו התרחשה המוטציה, ועקב כך לייצור חלבון חלקי, קצר מהרגיל.



- בנוסף לחשיבותו של כל חלבון לתפקוד הגוף, קיימת גם חשיבות עליונה לכל חומצת אמינו בודדת בשרשרת המרכיבה את החלבון.
- החלפה או העדר של חומצה בודדת, אפילו בחלבונים המורכבים ממיליון חומצות אמינו בסך-הכל, יכולה לשבש לחלוטין את תפקוד החלבון. הקיפול השלישוני של החלבונים, אשר מכתיב ברובו את תפקוד החלבון, תלוי בקשרים כימיים בין החומצות השונות; כשאחת החומצות המשתתפות בקשרים אלו לא קיימת, המבנה התלת-ממדי של החלבון נפגם, ועמו התפקוד.
- בין המחלות התורשתיות הנגרמות עקב חלבונים פגומים ניתן למנות את אנמיה חרמשית, סיסטיק פיברוזיס, עיוורון צבעים, לבקנות, פנילקטונוריה ועוד.
- בעשורים האחרונים התגלו חלבונים פגומים המסוגלים לגרום לחלבונים אחרים להפוך לפגומים. חלבונים אלו, הקרויים פריונים, גורמים לכמה מחלות מוח קשות, שסופן תמיד מוות.

# Nitrogen Pool



# Metabolism Summary

