



המינהל לתקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע
משרד החינוך

מדעי הבריאות נפרולוגיה ואורולוגיה

תכנית הלימודים במדעי הבריאות 70% - קליניקות



עדכון תכנית הלימודים וכתיבה

ציפי עמית וטובה אגוז

ייעוץ אקדמי מדעי

פרופ' אילן קראוזה

ייעוץ דידיקטי

מפמ"רית המגמה, ד"ר פנינה הירש

עורכת תוכן

חיה קול-אל אייכנראנד

עריכה גרפית

ציפי לנקין

ניהול, ריכוז והפקה

רעות מידד, רשת עמל

גוף מבצע

רשת עמל

תמונת השער: shutterstock.com

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

1 | מבוא..... 4

2 | קליניקה..... 10

10..... א. אבני כליה (Nephrolithiasis / Kidney stones)

13..... ב. אי-ספיקת כליות (Renal failure)

3 | רפואה מונעת..... 23

26..... מילון מונחי מפתח

28..... מקורות מידע

29..... פעילויות

1 | מבוא

הגדרות

נפרולוגיה (Nephrology): ענף ברפואה המתמקד בתורת תפקודי הכליה. **נפרון** (Nephron) הוא היחידה המבנית והתפקודית הבסיסית של הכליה. בכל כליה נמנים כמיליון נפרונים.

אורולוגיה (Urology): ענף ברפואה המתמקד בתורת מערכת השתן – הכליות, השופכנים, שלפוחית השתן והשופכה – ובמערכת הרבייה של הגבר, המקבילה לדרכי השתן. התחילית Uro פירושה דרכי השתן.

אורוגינקולוגיה (Urogynecology): ענף ברפואה המתמקד בטיפול במחלות מבניות ותפקודיות של שלפוחית השתן והשופכה בקרב נשים, ובתופעות המערבות את איברי מערכת המין בנשים, כגון צניחת הרחם או צניחת דופנות הנרתיק.

מערכת השתן (מערכת הפרשה) ותפקידיה

מערכת השתן היא אחת המערכות החשובות לשמירה על מצב של איזון (homeostasis) מטבולי תקין בגוף. תפקידיה הם:

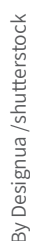
- ויסות מאזן המים ומאזן האלקטרוליטים (מלחים) בגוף.
- ויסות הלחץ האוסמוטי ושימור הנפח והרכב המיטביים של נוזלי הגוף.
- ויסות המאזן חומצה-בסיס (pH) בדם, באמצעות הפרשת יוני מימן אל השתן.
- ויסות לחץ הדם, בסיוע מערכת רנין-אנגיוטנסין-אלדוסטרון.
- הרחקת פסולת אנדוגנית: אוריאה (שתנן, urea) תוצר פירוק של חומצות אמיניות; חומצות שתן (uric acid) תוצר פירוק של חומצות גרעין; קריאטינין (creatinine) תוצר של חילוף החומרים בתאי השריר.
- הרחקת פסולת אקסוגנית: הפרשת כימיקלים זרים, כגון תרופות, חומרי ריסוס, תוספי מזון מלאכותיים והמטאבוליטים שלהם.
- הפרשת הורמונים: הכליות הן איבר אנדוקריני במערכת הפרשה, האחראי ליצירת **אריתרופויאטין** (EPO, Erythropoietin) ולהפרשתו. אריתרופויאטין הוא הורמון בעל תפקיד חיוני בעידוד יצירתן של כדוריות הדם האדומות בגוף. הכליות אחראיות גם להפרשת **רנין** – אנזים החיוני לאיזון נפח הדם במגוון מסלולים, ובהם מסלול רנין-אנגיוטנסין. בכליות אף מתבצע השלב האחרון בעיבוד **ויטמין D** לצורתו ההורמונלית.

בהתחשב בתפקידיה המערכתיים של הכליה, הרי שפגיעה בכליה תגרור שיבושים בתפקודם של מנגנונים מערכתיים בגוף. פגיעה כזו אף תלווה במגוון תסמינים מערכתיים, הנובעים אמנם מאי-תפקודה של הכליה אך ישתקפו במערכות אחרות בגוף, שלכליה יש חלק בתפקודן התקין. לדוגמה:

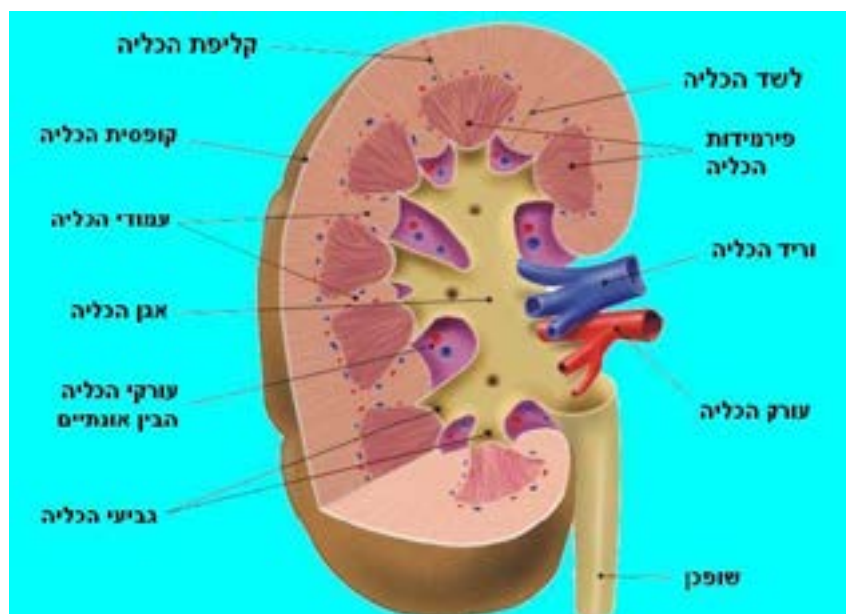
- **אנמיה** עקב פגיעה כלייתית בייצור אריתרופויטין ובהפרשתו – הורמון חיוני המעודד ייצור כדוריות אדומות בדם.
 - **רככת** או מחסור בסיידן בעצמות (אוסטאופורוזיס) עקב פגיעה כלייתית בעיבוד ויטמין D לצורתו ההורמונלית.
 - **יתר לחץ דם** עקב פגיעה כלייתית המתבטאת בהפרשת יתר של רנין, כמתואר בגוף הפרק, או באי-יכולתה של הכליה להפריש את כמות הנוזלים הרצויה.
 - **הצטברות רעלים בדם** עקב פגיעה בתפקוד הכליות כשומרות על המאזן חומצה-בסיס בגוף. הפרת האיזון תבוא לידי ביטוי בהצטברות רעלים בדם וכן בחומציות או בבסיסיות יתר של הדם.
 - **בצקת** עקב פגיעה כלייתית המתבטאת בצבירת נתרן בכליה.
- הפגיעה בכליה יכולה להיות **מפושטת, אזורית, טובולרית או גלומרולרית**, כפי שיפורט בגוף הפרק. האטיולוגיה, הסימנים והתסמינים ייחודיים לכל אחת מצורות הפגיעה בכליה.
- לפגיעה בתפקוד הכלייתי יש כאמור השפעה מערכתית, אך גם לפגיעה במערכות אחרות בגוף צפויה השפעה על תפקודי הכליה. לדוגמה:

פגיעה בייצור ההורמון נוגד ההשתנה (Antidiuretic Hormone, ADH) – הורמון חלבוני זה נוצר בהיפותלמוס, מובל אל הנירוהיפופיזה, ומשם – מופרש לדם. השפעתו של ההורמון האנטי-דיורטי מתבטאת בעיקרה בכליה: במצב של ירידה בריכוז המים בדם, ועקב כך עלייה בריכוז המלחים בדם, מופרש לדם ADH ומגיע לכליות. בכליות נקשר ההורמון זה לקולטנים שבקרומי התאים המקיפים את הצינור המאסף (collecting duct) של הנפרונים, שם נעשה הסינון האחרון של השתן המופרש לפני הגעתו לשלפוחית השתן. ההורמון משפיע על קרומי התאים להגדיל את חדירותם למים ואף משפיע על אבובית הנפרון להגביר את הספיגה החוזרת של המים לדם. בעקבות זאת, מים יוצאים מהצינור המאסף אל תאים אלו ומשם בפעפוע אל מחזור הדם. פגיעה בייצור ההורמון בהיפותלמוס תיפגע ביכולת הספיגה החוזרת של הכליה, ויופיע שתן מרובה – עד כדי חמישה ליטרים ביממה – ובלתי מרוכז, בעל משקל סגולי נמוך יחסית.

HUMAN URINARY SYSTEM



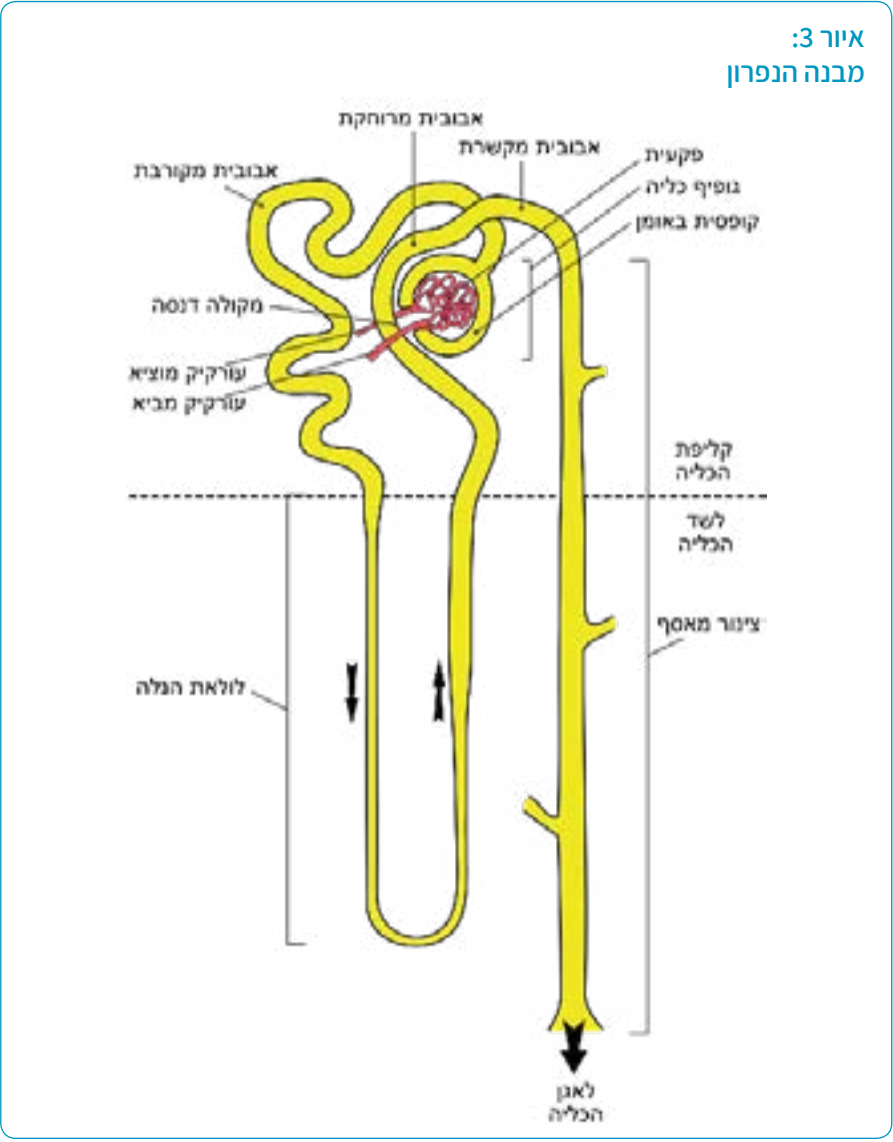
By Melisa 15, https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%99-%D7%A1%D7%A4%D7%A9%D7%AA_%D7%A9B%D7%A9C%D7%99%D7%95%D7%AA



רשימת חלקי הנפרון (איור 3)

Glomerulus	פקעית הנפרון
Bowman's capsule	קופסית באומן
Proximal convoluted tubule	צינורית (אבובית) מפותלת מקורבת
Loop of Henle	לולאה ע"ש הנלה
Descending limb of loop of Henle	הזרוע היורדת של לולאת הנלה
Ascending limb of loop of Henle	הזרוע העולה של לולאת הנלה
Distal convoluted tubule	צינורית (אבובית) מפותלת מרוחקת
Collecting duct	צינורית (אבובית) מאספת

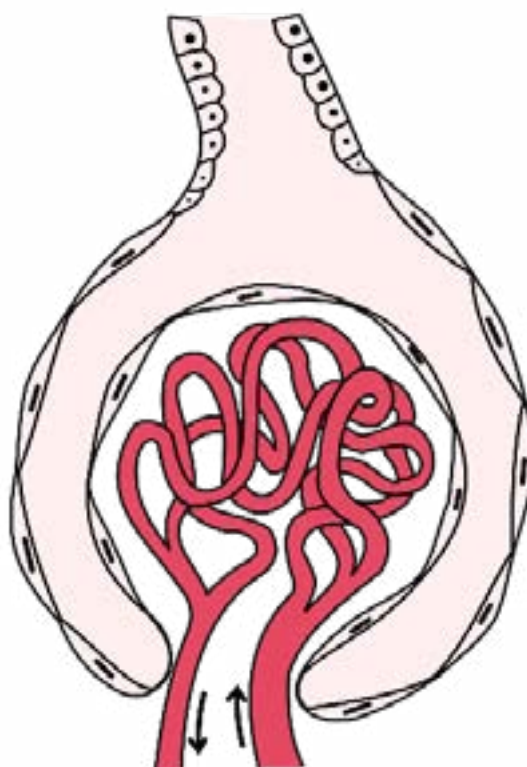
פקעית הנפרון (גלומרולוס) וקופסית באומן מצטרפות לכדי מבנה אחד, שנקרא גופיף מלפיגי (Malpighi corpuscle) או גופיף הכליה (renal corpuscle).



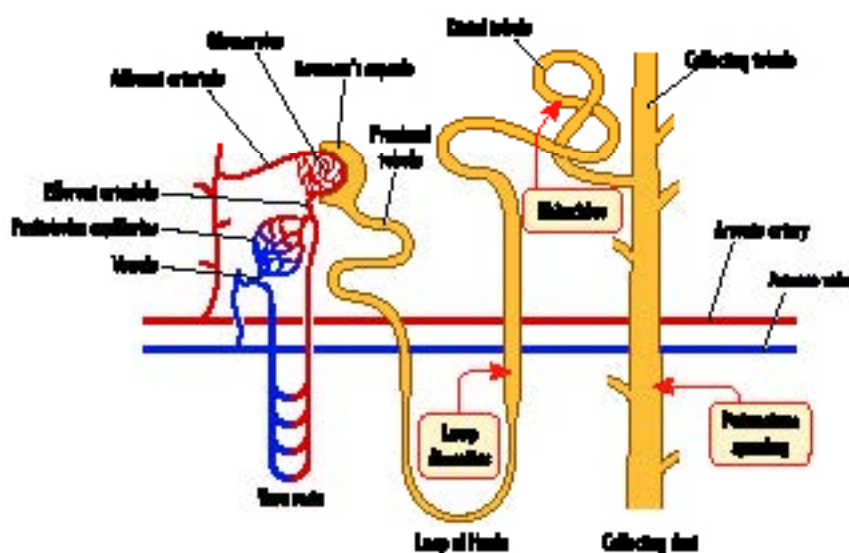
By Yosi I, <https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A0%D7%A4%D7%A8%D7%95%D7%A7%D7%95%D7%A5:Nephron.svg>

By Henry Vandyke Carter, changed by Mysid, נחלת הכלל, <https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%A7%D7%A2%D7%99%D7%AA#/media/File:Gray1130.svg>

איור 4:
פקעית הכליה - גלומרולוס



איור 5:
הנפרון וכלי הדם



By Blamb / shutterstock

קישורים לסרטונים:

<< תהליך יצירת השתן בנפרון

<< הנפרון והכליה [עברית]

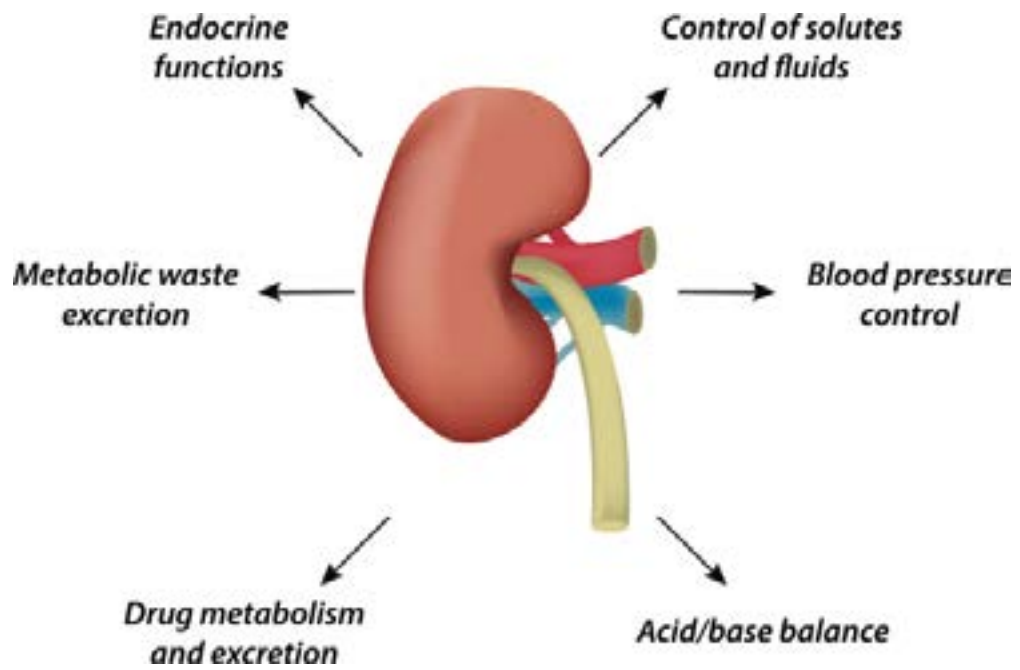
<< האנטומיה של הכליה [עברית]

<https://www.youtube.com/watch?v=8UVIXX-9x7Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=z6gSl69QYpo>

<https://www.youtube.com/watch?v=lea-P7Ry2go>

איור 6:
תפקידי הכליה



By joshya / shutterstock

2 | קליניקה

א. אבני כליה (Nephrolithiasis / Kidney stones)

הגדרה

אבני כליה (nephrolithiasis) הן אבנים הנוצרות ממשקע מצטבר של מינרלים המתגבשים בתוך צינוריות השתן בכליה. אבני הכליה יכולות להיות קטנות כגרגרי חול, אך ייתכן שיהיו גדולות יותר, יחידות או מרובות. האבנים עלולות לעבור לתוך השופכנים, אל עבר שלפוחית השתן ולבסוף להיפלט דרך השופכה בזרם השתן. עם זאת, אבן שנתקעת בשופכן, במעבר השתן – תחסום את זרימת השתן. הימצאותה של אבן כליה אחת לפחות בכליות או בדרכי השתן היא מצב תחלואתי המחייב טיפול רפואי.

סוגי אבנים

- **אבני סידן אוקסאלאט (Calcium oxalate)** – כ-80% מהאבנים בכליות ובדרכי השתן עשויות ממלחי אוקסאלאט, מלחים אורגניים המצויים לדוגמה בתרד, בעגבנייה, בתות שדה ובעלי תה.
- **אבני חומצת שתן (Uric acid)** – אבנים שבסיסן הוא חומצת שתן, חומר פסולת המופרש בשתן שהוא תוצר פירוק של חומצות גרעין.
- **אבני זיהום (Struvite)** – אבנים הנוצרות בנוכחות זיהום בדרכי השתן.
- **אבני ציסטין** – אבנים הנוצרות על בסיס החומצה האמינית ציסטין. הן נוטות להתפתח על רקע פגם תורשתי המתבטא בעודף ציסטין בשתן.

אפידמיולוגיה

המחלה פוגעת ב-5%-15% מאוכלוסיית העולם. היא נפוצה בקרב גברים פי שלושה מאשר בקרב נשים. שיעור החזרה של אבני הכליה מגיע לכדי כמעט 50% מהמקרים. מלבד המשתנה המגדרי, נמצא מתאם סטטיסטי חיובי בין שכיחות המחלה לבין משתנים נוספים, ובהם – משקל יתר, גיל מבוגר ומחיה באזורים המאופיינים באקלים חם ויבש.

אטיולוגיה

- ריכוז מוגבר של השתן הוא הסיבה המרכזית לאבנים בכליות, ברוב המקרים אדיופטי. תופעה זו מתרחשת במצבים של התייבשות (דהידרציה) עקב שתייה לא מספקת לאורך זמן, הקאות או הזעת יתר, ומתבטאת בעלייה בריכוז המומסים בשתן, ובסיכון מוגבר להתגבשות אבנים. שתן כהה ובעל ריח מעיד על ריכוז

מוגבר של השתן שעלול להיגרם עקב שתיית מים בלתי מספקת. ככלל, רצוי לשתות 8-12 כוסות מים ביום, וצבע השתן צריך להיות בהיר וכלי ריח (ר' בהרחבה על משמעות מאפייניו של השתן בסעיף "העשרה").

- ריכוז מוגבר של סידן בשתן ושל עודפי חומרים אחרים בגוף שמהם נוצרות האבנים בכליות.
- פעילות יתר של בלוטת יותרת התריס (Parathyroid) – בלוטה זו אחראית בין השאר על ויסות מאזן הסידן בגוף. פעילות מוגברת של בלוטת יותרת התריס קשורה בעלייה בריכוז הסידן בדם ובשתן, ובעקבות זאת נוצרות אבני סידן בכליות ובדרכי השתן.
- הפרעות בתפקודי הכליות – תפקוד לקוי של הכליות הוא גורם סיכון לאבני כליה.

סימנים ותסמינים

ייתכן שהימצאות אבני כליה במערכת השתן לא תלווה בתסמינים, אך היא עלולה להיות כרוכה בכאבים עזים באזור המותניים ובתסמינים נוספים:

- **חסימת מעבר השתן, עווית כלייתית, כאב, אי-ספיקת כליות** – אם האבן גדולה, ירידתה לשופכן עלולה לחסום את מעבר השתן, ובעקבות זאת תיגרם עווית כלייתית (renal colic). לכן גם הכאבים הם לאורך מסלול המעבר של השתן – החל במותניים, מיקומן האנטומי של הכליות, וכלה במפשעה. במצב זה עלולה להיגרם אי-ספיקת כליות. לכאב עלולות להתלוות בחילה, הקאות, ואף הופעת דם בשתן עקב פגיעה של האבן באפיתל דרכי השתן.
- **אוליגוריה (Oliguria)** – חסימה בדרכי השתן תתבטא גם במיעוט שתן (אוליגוריה).
- **הידרונפרוזיס (Hydronephrosis)** – הצטברות נוזלים והרחבה של אגני הכליה.

פתופיזיולוגיה

בכליות מופרשים אלקטרוליטים רבים, ובהם סידן (calcium) וחומצת שתן (uric acid). בנסיבות הכרוכות בריכוז מוגבר של חומרים אלו ואחרים, עלולה להיגרם התגבשות של אבנים. ברוב המקרים, האבנים נוצרות מסיידן אוקסלט – סוג של מלח המסונן בנפרון (nephron) אל השתן. בריכוז נמוך שלו, סידן אוקסלט נשטף החוצה. במצבים שריכוזו עולה – הוא מתחיל להתגבש. כמות נוזלים מספקת במערכת השתן מאפשרת שטיפה של הגבישים אל מחוץ לגוף. מנגד, מיעוט נוזלים יהיה כרוך בעלייה בריכוז מלחי הסידן, בהתגבשותם ובשקיעת הגבישים בכליות ובדרכי השתן.

לעתים נוצרות אבנים מחומצת שתן, שהיא מטאבוליט (תוצר פירוק) של אבני הבניין של הדנ"א. היווצרות האבן תלויה בכמות השתן.

דיאגנוזה

1. האבחנה מבוססת בעיקרה על הסיפור הקליני של החולה וכן על תלונות התואמות הסתמנות של עווית כלייתית.
2. בדיקת דם לרמת הקריאטינין יכולה להצביע על תפקוד הכליות.
3. בדיקת שתן מקרוסקופית ומיקרוסקופית, בחיפוש אחר תאי דם אדומים ולבנים וכן גבישים.
4. בדיקות הדמיה, ובעיקר אולטרסאונד וטומוגרפיה (CT) של הכליות ודרכי השתן.

טיפול

1. **שתייה מרובה** – זהו הטיפול הראשוני והיעיל ביותר בנוכחות אבני כליה. השתייה מסייעת לכליות לייצר שתן וכך לשטוף את המינרלים והחומרים הנוספים שמהם מתגבשות האבנים. ביותר מ-80% מהמקרים, הודות לשתייה מרובה האבנים יעברו במערכת השתן ויישטפו אל מחוץ לגוף בלי כל טיפול תרופתי או

כירורגי. במקרים שהאבנים בדרכי השתן אינן נשטפות אל מחוץ לגוף בזרם השתן, למרות השתייה המרובה, הטיפול שניתן הוא אורטרוסקופיה, כמתואר בסעיף 2 שלהלן.

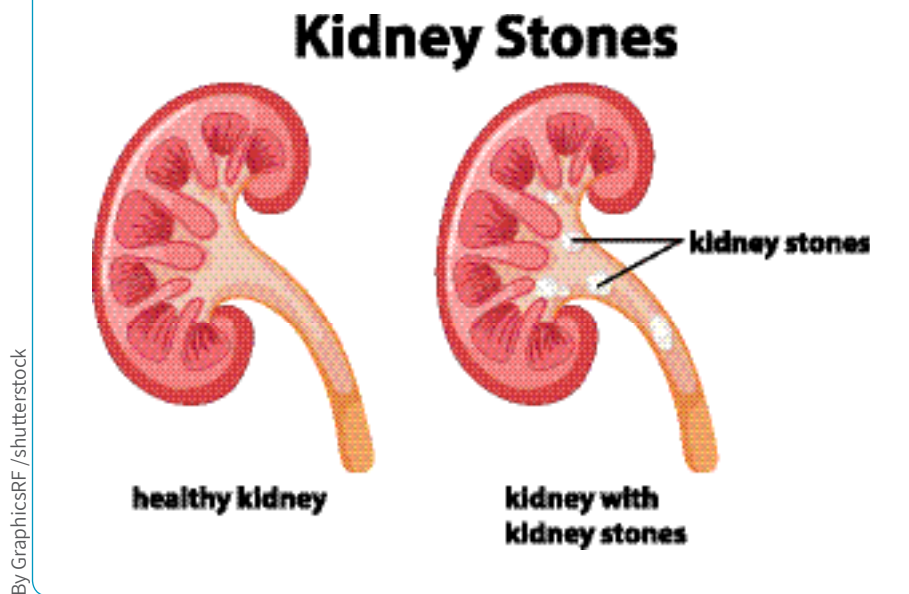
2. **אורטרוסקופיה (Ureteroscopy) אבחנתית וטיפולית בהרדמה מקומית או כללית** – ההליך מתבצע באמצעות אורטרוסקופ, מכשיר אופטי קשיח או גמיש, המוחדר דרך השופכה לתוך שלפוחית השתן ובהמשך לתוך השופכן ועד לכליה. אם אובחנו אבנים והוחלט לרסק אותן בהליך זה, המנתח יחדיר דרך הצנתר סיב לייזר ממוקד שתפקידו לרסק את האבנים ולפורר אותן לחלקיקים זעירים. בסיום פעולת הריסוק, ישקול המנתח אם להותיר את החלקיקים הזעירים בדרכי השתן כדי לאפשר להם להישטף באופן טבעי בזרם השתן אל מחוץ לגוף, או להרחיקם מהגוף על ידי מכשור. מעבר לתפקידו בריסוק אבני כליה, סיב הלייזר משמש גם לטיפול בגידולים בשופכנים ובכליות.

סיבוכים

1. **חסימה בדרכי השתן, אי-ספיקת כליות** – הסיבוך העיקרי של אבנים בדרכי השתן הוא חסימה בדרכי השתן, שעלולה להתפתח לכל אורך דרכי השתן – מאגני הכליה ועד לשופכן. חסימה בדרכי השתן עלולה להתבטא בהפסקה במתן שתן, ובמקרים קשים תיתכן אי-ספיקת כליות חריפה.
2. **זיהום** – תיתכן התפתחות זיהום, כסיבוך הנובע מהימצאות האבן בדרכי השתן.

מניעה

1. **שתייה מרובה** – המודעות לחשיבות השתייה וההתנהלות ב"משמעת מים" הן מפתח מרכזי במניעת אבני כליה, שכן אלה נוצרות בעיקר עקב הרגלי צריכה בחסר של מים. זאת לצד רמות בלתי תקינות של מינרלים ומרכיבים נוספים המצויים בנוזל השתן. המים מאפשרים דילול של נוזל השתן, ולכן צעדי המנע המתבקשים הם: הקפדה על שתייה מספקת של מים – כ-8-10 כוסות ביום; הגברת המודעות לחשיבות השתייה, ובייחוד סביב מאמץ גופני, שהות באקלים חם או בחלל סגור הממוזג במזגן.
2. **תזונה מאוזנת** – המלצות התזונה הייחודיות למניעת התפתחותן של אבני כליה הן מזון דל-מלח, דל-שומן ובעל תכולת חלבון בינונית.
3. **בדיקות מעבדה** – נעשות לצורכי מעקב ומניעה בקרב מטופלים, בנסיבות של חשש להישנות אבני כליה שלקו בהן בעברם והחלימו:
 - **בדיקות דם:** קריאטינין, סידן, פוספט, חומצת שתן וכן רמות הורמון בלוטת יותרת התריס (parathyroid). אם הגורם לאבני הכליה הוא גידול בבלוטה, ניתוח לכריתת הבלוטה ימנע את היווצרותן של אבנים נוספות.
 - **בדיקות שתן:** איסוף שתן על פני יממה ובדיקת רמות הקריאטינין, הסידן, חומצת השתן והציסטין.



ב. אי-ספיקת כליות (Renal failure)

הגדרות

- **ספיקת כליות** – נפח הדם העובר דרך הכליות ביחידת זמן (הֶסֶפֶק). המונח ספיקת כליות מתאר את תהליך הרחקת עודפי חומרים וחומרי פסולת מנפח מסוים של דם ביחידת זמן. הספיקה מהווה מדד לתפוקה, ומבוטאת בבדיקת הפינוי הכלייתי.
- **אי-ספיקת כליות** – ירידה חריגה בפינוי הכלייתי, כלומר בספיקה הכלייתית.

ב(1) אי-ספיקת כליות חריפה (Acute Renal Failure)

הגדרה

הפרעה חדה ופתאומית בתפקוד הכליות, המתבטאת בירידה בקצב הסינון הכלייתי (Glomerular Filtration Rate, GFR) בתוך שעות עד שבועות. אי-ספיקת כליות חריפה היא מצב הפיך, אך בהיעדר טיפול היא עלולה להתפתח לאי-ספיקת כליות כרונית, מצב בלתי הפיך המתבטא בנזק קבוע לתאי הכליה.

אפידמיולוגיה

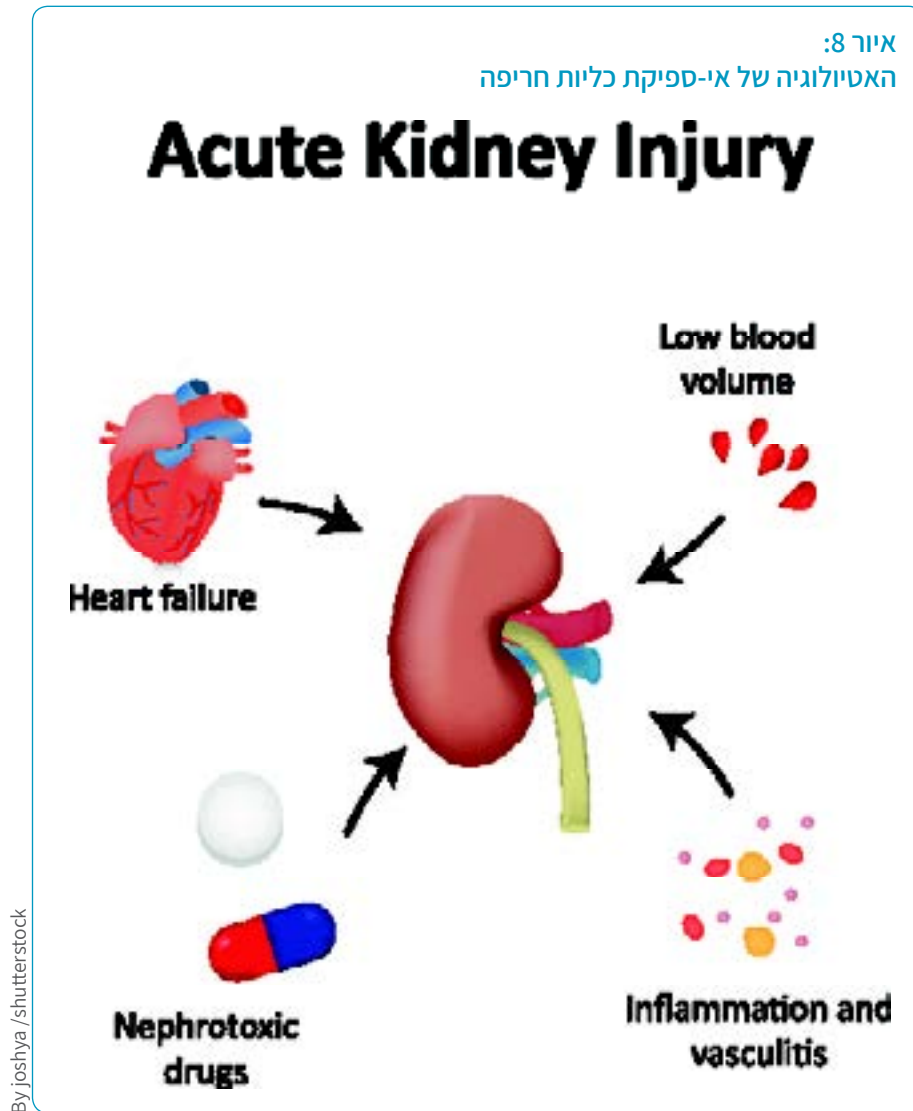
השכיחות של אי-ספיקת כליות חריפה היא נמוכה יחסית – 17 מקרים למיליון נפש עד גיל 50. אלא שבגילאים מתקדמים שכיחות זו הולכת וגוברת עד כדי פי 50 ויותר: בקרב בני 80 שנה ואילך מגיעה השכיחות ל-949 מקרים למיליון נפש.

אטיולוגיה

לאי-ספיקת כליות חריפה ייתכנו מגוון סיבות: זיהומים, תרופות, נזק איסכמי (הפרעה בזרימת הדם), הפרעות אימונולוגיות, אבני כליה או גידולים החוסמים את הכליות.

הסיבות ניתנות לסיווג לפי מקור הפגיעה במערכת ההפרשה, בשלוש קטגוריות:

1. **גורם טרום-כלייתי (Pre-renal)** – מצבים הכרוכים בהאטה בקצב הזרמת הדם אל הכליה. לדוגמה, הלם זיהומי (septic shock) שנגרם בנסיבות של חדירת זיהום לדם; הלם תת-נפחי (hypovolemic shock) שנגרם עקב איבוד דם; ירידה בלחץ הדם; אי-ספיקת לב קשה.
2. **גורם כלייתי (Renal)** – מצבי אי-ספיקת כליות חריפה הנגרמים עקב פגיעה בכליה עצמה.
3. **גורם פוסט-כלייתי (Post-renal)** – מצבים של אי-ספיקת כליות חריפה הנגרמים עקב חסימת מעבר השתן בשופכנים על ידי אבנים או הגדלה של בלוטת הערמונית (hypertrophy prostate).



סימנים ותסמינים

1. **מיעוט שתן (Oliguria)** – פחות מ-400 מ"ל שתן ליום, עד כדי אי-מתן שתן כלל (anuria). מצב זה של הפסקה פתאומית בפעילות התקינה של הכליות הוא הסימן הראשוני והמדאיג ביותר לאי-ספיקת כליות חריפה.
2. **הפרעה במאזן הנוזלים והאלקטרוליטים** – עקב מיעוט במתן שתן ייגרם עודף בנפח הנוזלים בדם, וכן יימצאו יתר אשלגן בדם וחמצת הדם (pH נמוך) עקב עלייה בריכוזי הזרחן בדם ורמות נמוכות של סידן בדם.
3. **בצקות עקב הצטברות נוזלים בגוף** – בעיקר ברגליים, ובאופן מיוחד בקרסוליים. במקרים קשים מצטבר נוזל גם בריאות ומסביב ללב.

4. **ריכוזי השתן והקריאטינין – אי-ספיקת כליות חריפה** מסתמנת בין השאר בעלייה ברמת השתן (urea) והקריאטינין בדם, עקב אי-הפרשתם בשתן.
5. **עייפות, כאבי ראש, חוסר תיאבון והקאות –** ביטויים של מערכת העצבים המרכזית בעקבות הצטברות הרעלים בדם, שתן וקריאטינין.

פתופיזיולוגיה

- בפגיעה **טרום-כלייתית** הסיבה לאי-ספיקת הכליות החריפה היא קצב בלתי מספק של הזרמת דם לכליה. במצב זה הכליה אינה יכולה לסנן את הדם כראוי, והתוצאה היא ירידה בפינוי הכלייתי של חומרי פסולת ורעלים. עיקר הנזק שנגרם לתאי הכליה בנסיבות אלה נובע מירידה באספקת החמצן ובחומרי ההזנה.
- באי-ספיקת כליות חריפה הנגרמת עקב **פגיעה כלייתית**, מאפייני האי-ספיקה ישקפו את מהות הפגיעה הכלייתית: **פגיעה גלומרולרית** – בפקעית כלי הדם שבנפרון – תגרור אי-ספיקה כלייתית המתאפיינת בליקויים בסינון הדם וביצירת התסנין. ליקויים אלה יסתמנו, לדוגמה, בנוכחות חלבון בשתן. לעומת זאת, **פגיעה טובולרית** – במערכת הצינוריות המוליכה את השתן אל אגן הכליה – תגרור אי-ספיקת כליות חריפה המתבטאת בפגיעה בספיגה החוזרת ובריכוז השתן. הפגיעה הטובולרית עלולה להיגרם מסוגי רעלים הפוגעים בתאי הכליה, מדלקות אוטואימוניות שהורסות את רקמת הכליה ומזיהומים הפוגעים בכליה.
- בפגיעה **פוסט-כלייתית** מתפתחת חסימה של מעבר השתן בדרכי השתן. הגורמים העיקריים לסוג זה של פגיעה הם: אבן, גידול, מום אנטומי, רפלוקס (reflux) והגדלת הערמונית. עקב החסימה בניקוז השתן מהכליה נגרמת עלייה בלחץ על תאי הכליה, מנגנון הפוגע הן בתפקוד הכליה והן ביצירת השתן ובהפרשתו.

דיאגנוזה

- כדי לאבחן אי-ספיקת כליות חריפה, חשוב לזהות בשלב הראשון את הקשר בין התסמינים והסימנים לבין קבוצת הסיבות המתאימה (ר' גם סעיף "אטיולוגיה" לעיל):
1. **סיבות טרום-כלייתיות** – במקרים שהסיבה לאי-ספיקת הכליות החריפה נעוצה בפגיעה טרום-כלייתית, הפגיעה תסתמן בלחץ דם נמוך (hypotension), בירידה באספקת הדם לכליות ובנזק איסכמי.
 2. **סיבות כלייתיות** – במקרים שהסיבה לאי-ספיקת הכליות החריפה נעוצה בפגיעה כלייתית גלומרולרית, יש לערוך בירור לגבי הרקע לפגיעה: זיהומי, תרופתי או אוטואימוני.
 3. **סיבות פוסט-כלייתיות** – במקרים שהסיבה לאי-ספיקת הכליות החריפה היא פגיעה פוסט-כלייתית, הממצא האופייני בבדיקת אולטרסאונד או טומוגרפיה ממוחשבת (CT) יהיה חסימה במעבר השתן, על רקע הגדלה של בלוטת הערמונית בגברים, אבנים או גידול בדרכי השתן.
- **ריכוז הנתרן בשתן ומשקלו הסגולי של השתן** – בדיקה זו מסייעת בזיהוי הסיבה לפגיעה. לדוגמה, במקרים שהסיבה היא התייבשות, היכולת להפריש שתן נפגעת ומסתמנת בשתן מועט, אך מרוכז, שמשקלו הסגולי גבוה. לעומת זאת, במקרים שמקור הפגיעה הוא בהפרשת ההורמון האנטי-דיורטי (Antidiuretic Hormone, ADH), ההורמון נוגד ההשתנה המווסת את רמת הנוזלים בדם, תיפגע יכולת הספיגה החוזרת של הכליה, ותסתמן בשתן מרובה – עד כדי חמישה ליטרים ביממה – ובלתי מרוכז, בעל משקל סגולי נמוך יחסית.
 - **ביופסיה** – בבדיקה זו ניטלת דגימה מרקמת הכליה, לצורך בדיקה פתולוגית. בדיקת ביופסיה נחוצה לצורכי אבחנה סופית.

טיפול

הכליות מתאפיינות בכושר התאוששות גבוה. לכן, חשוב לנטרל בהקדם את גורם הנזק ולספק טיפול תומך עד להשבת התפקוד הכלייתי. יתר על כן, כחלק בלתי נפרד מהטיפול חשוב מאוד לעקוב אחר מאזן הנוזלים של המטופל. מדדי מאזן הנוזלים למעקב הם: (א) כמות השתן; (ב) שקילה יומית של המטופל; (ג) רמת השתן והקריאטינין בדם; (ד) לחץ הדם.

הטיפול במצבי אי-ספיקת כליות חריפה תלוי אף הוא בגורם:

1. אי-ספיקה הנובעת מסיבות **טרם-כלייתיות** – מתן נוזלים ומעקב אחר כמות השתן.
 2. אי-ספיקה הנובעת מסיבות **כלייתיות** – (א) על רקע זיהום חיידקי: מתן אנטיביוטיקה; (ב) על רקע מחלה אוטואימונית: מתן סטרואידים לדיכוי פעילות מערכת החיסון, תרופה אנטי-דלקתית המפחיתה את התסמינים.
 3. אי-ספיקה **פוסט-כלייתית** – (א) במקרה של אבן במערכת השתן: סילוק החסימה על ידי הכנסת קתטר לשלפוחית השתן או ריסוק האבן; (ב) במקרה של גידול או בלוטת ערמונית מוגדלת: ניתוח להסרת הגידול, תרופות לטיפול בהגדלת הערמונית.
- דיאליזה תבוצע בנוכחות סיבוכי אי-ספיקת כליות חריפה, כמפורט להלן.

סיבוכים

1. **היפרקלמיה (Hyperkalemia)** – רמה מוגברת וחריגה של אשלגן בדם, הגורמת הפרעות בקצב הלב.
2. **חמצת מטבולית (Metabolic acidosis)** – נובעת מאי-הרחקה של יוני מימן, קושי בהפרשת אמוניה לשתן, ועקב כך רמות pH נמוכות בדם (<7.35). טיפולי דיאליזה יינתנו במקרים של חמצת מטבולית קשה.
3. **בצקת ריאות (Pulmonary edema)** – עקב הצטברות נוזלים בדם ואי-מתן שתן, יצטברו נוזלים גם בנאדיות הריאה, דבר שעלול להתבטא בהפרעה בחילוף הגזים בריאה, עד כדי כשל נשימתי.

מניעה

1. אספקת נוזלים למניעת מצבים של התייבשות והלם היפוולמי (hypovolemic shock).
2. טיפול בזיהומים למניעת הלם ספטי.
3. בטיפולים תרופתיים, יש להימנע ממינונים גבוהים ולאורך זמן, וכן מתרופות העוברות בכליה. חשוב לנטר את רמת התרופות בדם בקרב מטופלים הנוטלים בקביעות תרופות מסוימות, כגון תרופות לטיפול ביתר לחץ דם. במצב של אי-ספיקת כליות סילוק התרופה מהגוף נפגע, קיימת סכנת הרעלה ונדרש להקטין את מינון התרופה.
4. טיפול מהיר בירידה בלחץ הדם.

ב(2) אי-ספיקת כליות כרונית (Chronic Renal Failure)

הגדרה

ירידה מתמשכת ובלתי הפיכה בתפקודי הכליות, המתבטאת בירידה בקצב הסינון הכלייתי (Glomerular Filtration Rate, GFR) לאורך תקופה ממושכת.

אפידמיולוגיה

בישראל, בדומה למצב בכלל מדינות במערב, התחלואה באי-ספיקת כליות כרונית מגיעה לממדים של מגפה, והיא בעלת השלכות רפואיות, סוציאליות וכלכליות קשות. מבחינה אפידמיולוגית, שכיחותה הגוברת של המחלה נובעת בעיקרה משרשרת גורמים: מגמת עלייה מתמדת בשכיחותן של מחלות סוכרת מסוג 2 ויתר לחץ דם, הנובעת, בעיקרה, מאורח חיים לא בריא (צריכת מזון מתועש העשיר בשומנים רוויים ובמלחים ופעילות גופנית מעטה) ומהזדקנות האוכלוסייה. הזדקנות האוכלוסייה היא תוצאה ישירה של עלייה בתוחלת

החיים הנתרמת, בין השאר, משימוש בתרופות וטכנולוגיות מתקדמות התורמות להקטנת שיעור תמותה של חולים במחלות קשות, כגון מחלות לב וכלי דם.

אטיולוגיה

הסיבות העיקריות להתפתחות אי-ספיקת כליות כרונית הן:

1. **מחלת הסוכרת (Diabetes mellitus)** – עקב רמת הגלוקוז הגבוהה בדם האופיינית למחלה, נגרמת פגיעה בנימי הדם בגלומרולוס (glomerulus) ומתפתחת נפרופתיה סוכרתית (diabetic nephropathy). סיבוך זה של מחלת הסוכרת כרוך בירידה בתפקוד הכלייתי עד כדי מצב של אי-ספיקת כליות כרונית.
2. **יתר לחץ דם (Hypertension)** – כרוך בסיכון מוגבר לפגיעה מצטברת בכלי הדם בגלומרולוס.
3. **דלקת הגלומרולוס, גלומרולונפרטיס (Glomerulonephritis)** – עלולה להיגרם על רקע זיהומים כרוניים, מחלות אוטואימוניות או נזקי תרופות. הדלקת בגלומרולוס פוגעת בתהליך סינון הדם וכרוכה בפגיעה בתפקודי הכליה.
4. **מחלת כליות פוליציסטית (Polycystic kidney disease)** – המחלה מתבטאת בהופעת ציסטות מרובות בכליה, ופוגעת במבנה הנפרונים ובתפקודם.



5. **אי-ספיקת לב קשה (Severe heart failure)** – מצב הכרוך באספקת דם מופחתת לכליה.
6. ריפלוקס Reflux בדרכי השתן - מצב בו ישנה חזרת שתן מהשלפוחית דרך השופכנים לכיוון הכליות, בדרך כלל מתרחש אצל תינוקות וילדים, עקב בעיה בסוגרים של שלפוחית השתן. הדבר המהווה גורם סיכון לדלקות חוזרות בדרכי השתן בילדים, אך המשמעות העיקרית היא הסכנה בזיהום שיעלה לכליות ויגרם להצטלקות הכליה ולנזק עתידי מצטבר לתפקודה. הבדיקה המאבחנת מצב זה היא ציסטוגרפיה, הנעשית תחת שיקוף. בבדיקה ממלאים את שלפוחית השתן בחומר ניגוד ורואים אם החומר עולה לכליות. אם אובחן ריפלוקס, יש לקחת טיפול אנטיביוטי מונע במשך תקופות ארוכות. ישנן חמש דרגות של ריפלוקס, כאשר ריפלוקס בדרגה גבוהה מתבטא גם בהרחבה של השופכנים ואגני הכליה. ריפלוקס קשה ו/ או שלא חולף ניתן לנתח.

תסמינים וסימנים

- **חולשה כללית:** תחושת היחלשות וחולי, מלווה בחוסר תיאבון.
- **אוליגוריה, אנוריה:** מיעוט שתן (oliguria) או היעדר שתן (anuria).
- **יתר לחץ הדם:** עקב פגיעה במאזן הנוזלים והמלחים בגוף.
- **בצקות:** נגרמות עקב הצטברות נוזלים בגוף, בעיקר ברגליים ובקרסוליים. במקרים קשים מצטבר נוזל גם בריאות וסביב הלב.
- **אנמיה:** מתפתחת עקב פגיעה בייצור ההורמון אריתרופויאטין, המעודד יצירת תאי דם אדומים במח העצם.
- **אוסטאופורוזיס:** מתפתחת על רקע פגיעה בייצור ויטמין D.
- **השפעות עצביות, נוירולוגיות:** אי-ספיקת כליות כרונית מסתמנת גם בהשפעות על מערכת העצבים, ובכלל זה בלבול ובעיות בתקשורת הבין-אישית, לצד עייפות עקב הצטברות רעלנים בדם העלולים להשפיע על המוח, ובמצבים קיצוניים – הופעת פרכוסים ואיבוד ההכרה.

הסתמנות אי-ספיקת כליות כרונית בבדיקות המעבדה:

- **פרוטאינוריה (Proteinuria):** חלבון בשתן, ממצא אופייני למחלה בבדיקת שתן.
- **עלייה ברמות החומציות, הקריאטינין והשתן בדם:** ממצאים אופייניים למחלה בבדיקה כימית של הדם, ובכלל זה בבדיקת pH (יוני H⁺) של הדם.

פתופיזיולוגיה

- הנזק הכלייתי עלול להתבטא בכל אחד ממרכיבי הנפרון, בפקעת נימי הדם (glomerulus) או בצינוריות המובילות את תסנין השתן. בנוכחות תפקודי כליה ירודים גוברת ההצטברות ההדרגתית של אוריאה וחומרי פסולת חנקניים אחרים בדם. ככל שאי-ספיקת הכליות קשה יותר, כך נפגע יותר הפיזיולוגיה הכלייתית של חומרים אלה, והצטברותם בדם גוברת. מצב זה, המוגדר אורמיה (רמת אוריאה גבוהה בדם), פוגע בגוף מערכתית.
- ירידה ברמת הסינון הכלייתי (Glomerular Filtration Rate, GFR) מהווה מדד לנזק הכלייתי. ירידה ברמת הסינון תגרור ירידה בפינוי הנוזלים, ובעקבותיה:
- מיעוט במתן שתן (oliguria), עד כדי אי-מתן שתן (anuria), בצקות ויתר לחץ הדם.
- עקב ירידה בפינוי הכלייתי של האשלגן תתקבל רמה גבוהה של אשלגן בדם, העלולה להיות כרוכה בהפרעות בקצב הלב.
- עקב ירידה בפינוי יוני המימן, תיגרם עלייה ברמת החומציות בדם (pH נמוך), שתבטא בנשימה מהירה, כמנגנון פיצוי נשימתי המסייע בהפחתת ערכי החומציות בדם על ידי הגברת הפינוי של הפחמן הדו-חמצני (CO₂). עקב פגיעה בתאי דופן הפקעת, ייתכן איבוד מוגבר של חלבון בשתן, ובעקבות זאת תיגרם ירידה ברמת החלבון בדם (היפואלבומינמיה), המתבטאת בהופעת בצקות בגוף. האלבומין הוא חלבון חשוב בדם, המשפיע על הלחץ הקולואידי אוסמוטי. בהיעדר אלבומין יחל תהליך של יציאת מים מכלי הדם והצטברותם בנוזל הבין-תאי. תהליך זה, הנובע כאמור מהיפואלבומינמיה, יבוא לידי ביטוי בבצקות.
- בעקבות טרשת עורקים נגרמת תחלואה כלייתית שניונית המתבטאת בהיצרות או אף בחסימה של עורק הכליה. מצב זה מפחית את לחץ הדם המוזרם לפקעת (גלומרולוס) לרמות חריגות. בתגובה, מופעלת מערכת הרנין, המגבירה את לחץ הדם בגוף, וכך נגרם יתר לחץ דם מערכתי.

- יתר לחץ דם הוא גורם תחלואתי מערכתי שאחד מנזקיו הוא פגיעה בגלומרולוס ופגיעה כלייתית. הפגיעה הכלייתית שנגרמת עקב יתר לחץ הדם מתבטאת בפיברוזיס – תהליך הצטלקות המתאפיין ביצירה עודפת של סיבי רקמת חיבור בכליה, ומתרחש על רקע סוגים שונים של פגיעות בכליה, כגון זיהומים ופגיעות אוטואימוניות.
- מאחר שהכליה אחראית לייצור ולהפרשתו של ההורמון אריתרופויאטין, שתפקידו הוא בעידוד ייצורם של תאי דם אדומים במח העצם, הרי שבמצב שיכולת זו של הכליה נפגעת, תיגרם ירידה בייצור תאי הדם האדומים, שתתבטא באנמיה.
- הכליה אחראית על ייצור השלב האחרון של ויטמין D. לכן, במצבים שהכליה מאבדת את יכולתה לבצע את חלקה בהפקת ויטמין זה, תיגרם פגיעה קשה בעצם, שתתבטא באוסטאופורוזיס, ובעקבות היפוקלצמיה (רמת סידן נמוכה בדם) תופיע רככת קשה ותתפתח פעילות יתר שניונית של בלוטת יותרת התריס (hyperparathyroidism).

דיאגנוזה

- ממצאי הבדיקה הגופנית יצביעו בעיקר על בצקות, בייחוד ברגליים ובקרסוליים. במקרים קשים מצטבר נוזל גם מסביב לריאות או ללב. בבדיקת המדדים החיוניים ייתכן יתר לחץ דם.
- בדיקת דם תצביע על עלייה ברמות האוריה (שתנן), הקריאטינין והאשלגן, לצד ירידה ברמת ההמוגלובין.
- בבדיקת שתן, נוכחות חלבון היא ממצא אופייני בולט ביותר, שעלול להצביע על פגיעה כלייתית כרונית רבת שנים; מדידה של רמת הקריאטינין בשתן של 24 שעות תאפשר להעריך את רמת הסינון הכלייתי (Glomerular Filtration Rate, GFR).
- בבדיקת אולטרסאונד, הכליות מצומקות – ממצא שעשוי לספק אבחנה מבדלת בין אי-ספיקת כליות כרונית לחריפה, שכן כליות מצומקות הן ממצא ייחודי לאי-ספיקת כליות כרונית, ממצא שאינו אופייני לאי-ספיקת כליות חריפה.
- בדיקת צפיפות העצם תצביע על ירידה בצפיפות העצם על רקע הפגיעה ביכולתה של הכליה למלא את חלקה בייצור ויטמין D.

טיפול

הטיפול באי-ספיקת כליות כרונית נעשה בשלבים, מן הקל אל הכבד, ומותאם לחומרת האי-ספיקה. ככלל, יש לטפל בסיבה הראשונית לפגיעה בכליה – לאזן את רמת הגלוקוז בדם בחולה סוכרתי, לאזן יתר לחץ דם, ולחזק את מערכת החיסון בנוכחות מחלות אוטואימוניות. פעולות טיפוליות אלה, כפי שיפורטו להלן, עשויות לשפר את מצב הכליות, ולמנוע את המשך ההידרדרות במצבן.

1. **איון יתר לחץ הדם** באמצעות תרופות המעכבות יצירת רנין ואלדוסטרון. התרופות מקבוצת מעכבי האנזים ACE (Angiotensin-Converting Enzyme inhibitors) פועלות במנגנון המעכב את אחד השלבים במערכת רנין-אנגיוטנסין-אלדוסטרון. מערכת זו מופעלת במצבים רבים הכרוכים ביתר לחץ דם, ובעיקר בנסיבות של אי-ספיקת כליות שנגרמה עקב פגיעה בהפרשת הרנין (renin).
2. **טיפול באנמיה** באמצעות מתן ההורמון אריתרופויאטין, המעודד יצירת תאי דם אדומים במח העצם.
3. **טיפול תזונתי** באמצעות תכנית המתמקדת בתפריט דל-נתרן להפחתת הבצקות, שכן הנתרן יוצר סביבה היפרטונית, והשפעתה מתבטאת בהצטברות מים; מתן הנחיות להתנהלות בתנאי תזונה דלת-אשלגן ודלת-חלבון, לפי מידת חומרתה של הפרוטאינוריה, המבוטאת בממצאי כמות החלבון בשתן; הסבר על חשיבותה של ההימנעות ממזון תעשייתי, הידוע כעתיר במיוחד בתרכובות זרחן; מתן תוספי תזונה – ויטמין D וסידן, בנוכחות רמות נמוכות בדם, אוסטאופורוזיס או רככת.
4. **דיאליזה** לסינון הדם, כתחליף לתפקידה של הכליה במצבי אי-ספיקת כליות סופנית. חסרונותיה של הדיאליזה הם בעיקרם פגיעה ניכרת באיכות חיון של המטופל, סיבוכים וכן יעילות מוגבלת בטווח הארוך.

מאוד. בשל מרכזיותם של טיפולי הדיאליזה כמצילי חיים, המשמשים קו טיפולי אחרון עבור חולי אי-ספיקת כליות, כרונית וחריפה, שרובם ממתינים להשתלת כליה, מובא להלן דיון מורחב בטיפול הדיאליזה.

5. **השתלת כליה** מתחילה בתרומת כליה. זו מתאפשרת, בדומה לתרומת איברים אחרים, סמוך לאחר קביעת מותו של אדם, בכפוף לתצהיר בעל תוקף משפטי שנתן במהלך חייו בדבר הסכמה לשימוש באיבריו למטרות השתלה, ובהיעדר הצהרה – לרוב, באישור בני משפחתו הקרובים ביותר. ואולם תרומת כליה אפשרית גם **מאדם חי**, שבגופו שתי כליות בריאות. תפקודו הגופני של התורם אינו צפוי להיפגע בשל תרומת הכליה, והוא ימשיך בחייו כרגיל גם כשבגופו כליה אחת בלבד. עם זאת, השתלת כליה כרוכה לעתים קרובות בסיבוכים אופייניים רבים, על רקע זיהומים בשל דחיית השתל ודיכוי מערכת החיסון.

ב(3) דיאליזה (Dialysis)

הגדרה

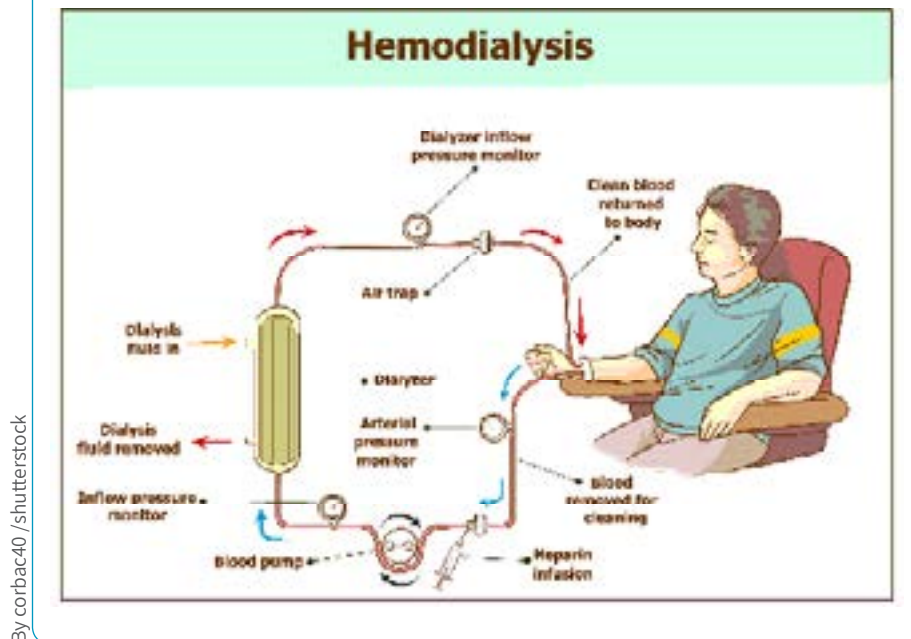
הדיאליזה היא טיפול תומך המהווה תחליף לכליות בתפקידן המרכזי בסינון הדם, במקרים של אי-ספיקת כליות. המונח דיאליזה מורכב מהתחילית "Dia", לציון עקרון הדיפוזיה שבתהליך, ומהמילה lysis, שפירושה פירוק או הפרדה. זוהי שיטה להפרדת חלקיקים בעלי ממדים שונים בתערובת נוזלית, תוך שימוש בקרום דק, חדיר למחצה, שנקביו קטנים מכדי לאפשר מעבר של חלקיקים גדולים, כגון חלבונים.

עקרון פעולתה של הדיאליזה הוא דיפוזיה של מומסים לאורך מפל ריכוזים, דרך ממברנה חדירה למחצה. בכל סוגי הדיאליזה, בצד אחד של הממברנה נמצא הדם, ובצד האחר – נוזל הדיאליזה, ובו ריכוז התחלית נמוך של אשלגן ושתנן – מומסים המצויים בריכוזים מוגברים בדם המטופל – וכן מומסים דוגמת נתרן, שצפוי למוצאם בדמו בריכוז תקין. המומסים שאופייני למצוא בריכוזים חריגים עוברים בדיפוזיה אל נוזל הדיאליזה, ומסוננים לתוכו.

סוגי דיאליזה

1. **המודיאלליזה** – בסוג זה של דיאליזה, הדם נשאב באמצעות צנתר המוחדר לווריד מרכזי של המטופל, ומוזרם דרך מכונת הדיאליזה, המשמשת תחליף לתפקיד הכליה בסינון הדם. דם שסונן מחומרי פסולת, ממלחים ומנוזלים עודפים מוזרם בחזרה לגוף בלחץ מבוקר ומווסת אל אותו וריד, ונוזל הדיאליזה שספח אליו את חומרי הפסולת והמומסים מנוקז ממכונת הדיאליזה לשופכין (ר' איור 10).

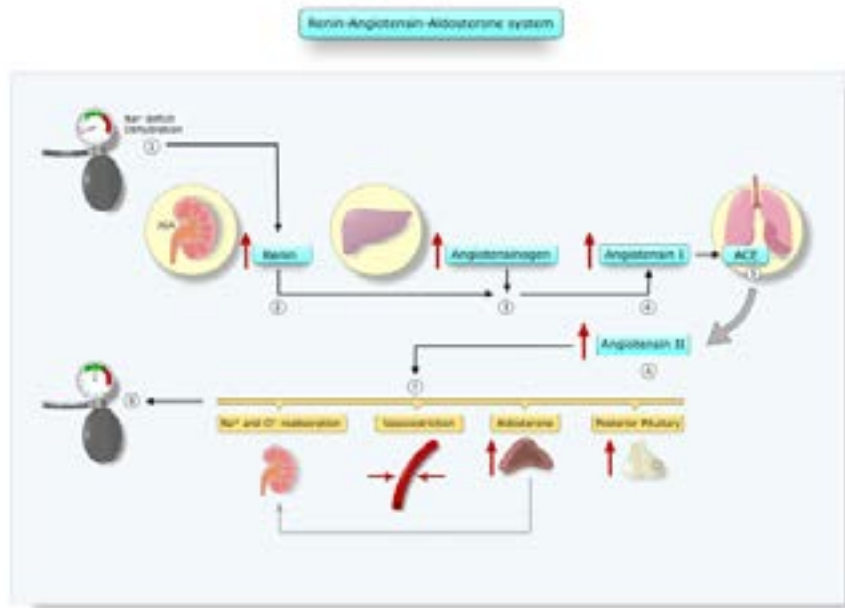
2. **דיאליזה צפקית, פריטוניאלית (Peritoneal dialysis)** – בדיאליזה צפקית מוחדרת בתהליך כירורגי צינורית אל תוך קרום הצפק (peritoneum), הממוקם בחלל הבטן. כך, מתאפשר להזרים את תמיסת הדיאליזה אל תוך חלל הבטן, וחומרי הפסולת ועודפי המלחים עוברים לתוך הנוזל בתהליך דיפוזיה בהתאם למפל הריכוזים, כתחליף מלאכותי לתפקידה המרכזי של כליה בסינון הדם. הדיאליזה הצפקית מתבצעת בהתמדה, ובכל שש שעות מוחלף הנוזל הרווי בחומרי הפסולת ובממסים בנוזל נקי. הדיאליזה הצפקית מאפשרת למטופלים לבצע את הטיפול בביתם, בלי הקושי שבהתניידות למכון הדיאליזה לשם קבלת הטיפול יום ביומו כמעט, או הכורח להתאשפז לתקופה ממושכת. נוזל הדיאליזה מוחלף ארבע פעמים במהלך יממה, והמטופל יכול לשמר את חיי היומיום שלו והפעילויות הקבועות בד בבד עם הטיפול.



סיבוכים

1. **בצקת ריאות** – עקב הצטברות נוזלים ואי-מתן שתן.
2. **אורמיה** – הצטברות רמות חריגות של אוראָא (שתָּן) במערכת הדם. אוריאה היא תוצר הפירוק העיקרי של חילוף החומרים של חלבונים, ומהווה מרכיב חיוני בשתן, המיוצר בגוף כדי לסייע בניקוז חומרי פסולת ורעלים דרך מערכת השתן. אי-ספיקת כליות כרוכה בנוכחות עודפת של אוריאה במערכת הדם, ולרמות חריגות אלה של אוריאה ניכרת השפעה רעילה, המתפתחת עד מהרה לאורמיה. תסמיני המחלה, כגון חוסר תיאבון, בחילה והקאה, עלולים להתפתח לכדי סיבוכים קשים, ובראשם דלקת קרום הלב (pericarditis), וכן פגיעה מוחית עצבית המתבטאת בבלבול ובאפתיה עד כדי חוסר הכרה ומוות.
3. **הפרעות בקצב הלב** – רמת האשלגן המוגברת בדם היא גורם סיכון להפרעות בקצב הלב, עד כדי פרפור חדרים ודום לב.
4. **אנמיה** – נגרמת על רקע פגיעה בייצור ההורמון אריתרופויאטין (Erythropoietin, EPO), המיוצר בכליה.
5. **אוסטאופורוזיס ורככת** – עקב פגיעה בייצור ויטמין D.
6. **יתר לחץ דם** – עלול להיגרם משנית להיצרות עורק הכליה ולמחלות הכליה, אם כי במקרים רבים קשה לקבוע אם יתר לחץ הדם הוא הגורם או התוצאה של מחלות הכליה. יתר לחץ דם הנובע מפגיעה ברקמת הכליה נגרם ככל הנראה מאגירת מלח (נתרן) ונוזלים, וכן מהפרעה בזרימת הדם לרקמת הכליה, שתורמת לעלייה בלחץ הדם עקב הפרשה מוגברת של רנין.

איור 11:
מערכת רנין-אנגיוטנסין-אלדוסטרון



By ellepigráfica /shutterstock

3 | רפואה מונעת

1. **תרופות** – תרופות מסוימות עלולות לפגוע בכליות. השכיחות שבהן הן התרופות המשתייכות לקבוצת נוגדי הדלקת שאינם סטרואידליים (Nonsteroidal anti-inflammatory drugs, NSAID), כגון נקסין, וולטרן, ארקוקסיה, אטופן ואדויל. לכן, במטופלים הלוקים באי-ספיקת כליות כרונית יש להימנע ככל האפשר מתרופות אלו, וככלל – להתאים את מינון התרופות לתפקוד הכלייתי הלקוי – מחשש להידרדרות נוספת בתפקודם הכלייתי של החולים, עד כדי צורך בדיאליזה. ההסבר לחשש זה נעוץ בתפקידה החיוני של הכליה בפינוי חומרי פסולת, ובכלל זה חומרים רעילים שמקורם בתרופות. במטופלים הלוקים באי-ספיקת כליות, חומרי פסולת אלה לא יסולקו ביעילות מהדם בסיום פעולתה של התרופה, וכך למעשה הם חשופים לסיכון מוגבר להרעלה עקב הצטברות חומרים אלה.

2. **שתייה** – הגברת המודעות לחשיבות השתייה של כשני ליטרים מים ביממה, בייחוד במצבי התיבשות, חום, הקאות ושילשולים ובקרב מטופלים המצויים בקבוצת סיכון לאי-ספיקת כליות, ובהם כלל האוכלוסייה מבני 65 שנה ואילך. ובנוסף בקרב חולים במחלות לב, מטופלים הנוטלים תרופות להורדת לחץ הדם וחולים במחלות כליה – בהתאם למצבם הרפואי.

3. **מניעת זיהומים בדרכי השתן אצל נשים**

4. **גורמים לדלקת בדרכי השתן (U.T.I.)**

1. באזור פתח הנרתיק נמצאים חיידקי צואה מרובים, בעיקר E.Coli, זאת בגלל הקירבה האנטומית בין

פי הטבעת לפתח הנרתיק. חיידקים אלו חודרים לשופכה ומשם לשלפוחית השתן וגורמים לזיהום.

זהו הגורם השכיח ביותר אצל נשים לדלקת בדרכי השתן התחתונות.

2. הגיינה אישית לקויה - שימוש בשרותים מזוהמים ורחצה באמבטיה.

3. מיעוט בשתית נוזלים, המנעות ממושכת מהטלת שתן ואי ריקון מוחלט של שלפוחית השתן.

4. מבנה לא תקין של מערכת השתן (אנומליה מבנית).

סימפטומים

תכיפות וצריבה בעת מתן שתן, שתן בגוון כהה, שתן עכור ובעל ריח רע, דם בשתן, חום, כאבים בבטן תחתונה. בבדיקת שתן לתרבית - תמצא נוכחות של תאי דם לבנים ואדומים.

מניעה

1. שתייה מספקת של נוזלים, שתיית מיץ חמוציות ונטילת ויטמין C.
2. הקפדה על הגיינה נכונה לאחר מתן צואה ושתן.
3. המנעות בשימוש בשרותים מזהמים.
4. המנעות מהתאפקות ממושכת במתן שתן.

סיבוכים

התפשטות הזיהום לכליות ואי ספיקת כליות.

העשרה

מאפייני השתן כשיקוף של מצב הבריאות

לנוזל השתן מראה, ריח וצבע אופייניים. מידת צלילותו או עכירותו, מאפייני ריחו, צבעיו וגווןיו, כמותו ותדירותו – כל אלה מעידים על מצב בריאותו של האדם. באופן תקין, נוזל השתן אינו מכיל חלבונים או כדוריות דם לבנות. נוכחות בשתן של יותר מ-4-5 תאי דם לבנים (leukocytes) לשדה מיקרוסקופ עלולה להעיד על דלקת בדרכי השתן או בכליה.

כל שינוי בתצורה האופיינית עלול להעיד על בעיה בדרכי השתן הדורשת בדיקת מעבדה. כך לדוגמה, שתן צהוב ומרוכז מעיד על מיעוט מים בגוף, ואילו שתן עכור אופייני לזיהום במערכת השתן.

ריחו האופייני של נוזל השתן מקורו בפירוק שתנן (אוריה) לאמוניה. ריח השתן במבוגרים חריף יותר מאשר בילדים, בשל צריכת חלבון גבוהה יותר במזון הכרוכה ביצירת אמוניה מוגברת המופרשת בשתן, כתוצר של פירוק חלבון.

ריח השתן של הבוקר יהיה לרוב חריף מזה של השתן במשך היום, שכן במשך שנת הלילה נוזל השתן שווה בשלפוחית השתן זמן ארוך יחסית, ובינתיים חיידיקים שונים מפרקים אותו. ריח חריף עלול להעיד על דלקת בדרכי השתן, ואילו ריח של ריקבון אופייני לעתים לאחר אכילת אספרגוס בכמויות גדולות.

הגוון הצהבהב המאפיין את השתן באורח תקין נובע מכמויות זעירות של הצבען (פיגמנט) יורובילין המצויות בכיס המרה. צבעים אחרים של השתן קשורים בליקויים ואופייניים למצבי תחלואה שונים. כך לדוגמה, שתן בגוון צהוב כהה או כתום עלול להעיד על התייבשות או על מיעוט בשתייה, ואף על מצבים קשים, כגון מחלת כבד או מחלת דם הכרוכה בהרס מוגבר של תאי דם אדומים ובשחרור מסיבי של בילירובין, אך ייתכן ששתן בגוון זה של צהוב כהה-כתום לא יעיד על ליקוי כלשהו, אלא ייגרם בשל אכילה מופרזת של גזר וירקות כתומים או צהובים אחרים. גוני חום וירוק בשתן נובעים מהבילירובין (bilirubin), המתאפיין בפיגמנט האחראי לצבעי השתן והצואה, וכן לצבע הצהוב במחלת הצהבת בקרב חולי מחלת כבד. פיגמנט זה אף אחראי לשינויי הצבע הנראים על גבי העור עקב שטפי דם תת-עוריים בשל חבלה פנימית. הצטברות הצבעים הללו, שהם תוצרי הפירוק של בילירובין, נוצרת בנוכחות רמות מוגברות של המוגלובין המצטברות ומתפרקות, והכבד אינו מספיק לטפל בהן ועל כן סילוקן מהגוף נדחה.

שתן שצבעו אדמדם או אדום עלול להעיד על קשת רחבה של ליקויים: דלקת בדרכי שתן, בלוטת ערמונית מוגדלת, פגיעה כלייתית, דימום (המאטוריה), פירוק מוגבר של כדוריות דם אדומות (המוליזה), ממאירויות מסוימות, ציסטות בכליה, אבנים בכליות או בשלפוחית השתן, וכן הרעלות עופרת או כספית. עם זאת, נוכחות

שתן אדום אף היא אינה מצביעה בהכרח על ליקוי, ויכולה להיות תוצאה של מתן שתן לאחר ריצה ממושכת, או אכילה מופרזת של פירות יער, סלק ועוד. גוון כתום-אדום של השתן נקשר לעתים קרובות בנטילת תרופות מסוימות ותכשירים משלשלים.

חומציות השתן נגרמת בעיקר מפוספטים חומציים, ורק חלק קטן מחומציות השתן נתרם מחומצות אורגניות כגון חומצה פירובית, חומצה לקטית או חומצת לימון. באורח תקין, שתן טרי הוא מעט חומצי ומצוי סביב ערכי pH 6.0. ערכי pH הגבוהים מ-7.0 מצביעים על זיהום חיידקי בשתן או על זיהום בדרכי השתן. שתן בסיסי עלול להעיד בעיקר על בססת מטבולית (alkalosis) או על כשל כלייתי הידוע כחמצת טובולרית באבוביות הכליה שאינן מסוגלות להפריש יוני מימן, למרות חמצת מערכתית ניכרת בגוף.

רמת חומציות (pH) נמוכה מ-6.0 בשתן תיתכן בנסיבות של תזונה עתירת חלבון. רמת חומציות נמוכה מ-4.6 מעידה לרוב על מחלות ריאה, סוכרת, חמצת סוכרתית (diabetic ketoacidosis), שלשולים או רעב.

רמת חומציות נמוכה מ-5.5 בשתן כרוכה בסיכון גבוה להתפתחות אבנים מסוג קסנטין, ציסטין וחומצת שתן. אבני סידן אוקסלאט ואבני הידרוקסיאפטיט יופיעו בסביבה בעלת ערכי pH שבין 5.5 ל-6.0. בסביבת רמה נמוכה של חומציות עלולים להיווצר אבנים משלושה סוגים: סידן פחמתי (CaCO_3), סידן פוספט ומגנזיום אמוניום פוספט. גורם נוסף המשפיע על רמת החומציות של השתן הוא תרופות מסוימות.



- **אוריאה** (Urea, שיינן, שתנן)
תוצר הפירוק העיקרי מחילוף חומרים של חלבונים. אוריאה היא הצורה הכימית להפרשת חנקן מהגוף בשתן. שיינן נוצר בכבד מאמוניה ומפחמן דו-חמצני, בסדרה של תהליכים המכונים "מחזור השיינן". הצטברות של שיינן בדם היא מצב תחלואתי הנובע מכשל כלייתי ונקרא אורמיה.
- **אורמיה** (Uremia)
מצב המסתמן ברמה עודפת של אוריאה (שתנן) בדם, המעידה על פגיעה בקצב הסינון הגלומרולרי של הכליה.
- **היפרקלמיה** (Hyperkalemia)
יתר אשלגן בדם. המונח היפרקלמיה מורכב מ"היפר", תחילית שמשמעותה "גבוה", "קליום" שפירושו אשלגן, והסיומת "מיה" שמשמעותה היא בתוך הדם.
- **עווית כלייתית** (Renal colic)
מצב שעלול להתרחש בעקבות הגעת אבן כליה מהכליה אל השופכן וחסמת התנקזותו של השתן. העווית מתבטאת בכאב חד ועצום באזור המותן, המקרין לרוב לבטן התחתונה וייתכן שילווח בתסמינים נוספים, ובעיקר בחילה והקאות, וכן דם בשתן.
- **ציסטין** (Cystine)
ציסטין הוא חומצה אמינית בסיסית. הפרשת ריכוזים מוגברים של ציסטין לשתן נובעת מפגם תורשתי בספיגת החומצות האמיניות הבסיסיות באפיתל אבובית הכליה. מאחר שבסביבה חומצית הציסטין מתגבש לאבנים, נוצרות **אבני ציסטין** בדרכי השתן.
- **קריאטינין** (Creatinine)
מולקולה של תוצר מטבולי מחילוף חומרים של רקמת השריר. קריאטינין מופק מקריאטין, שהוא מולקולה בעלת חשיבות בתהליך ייצור האנרגיה בשרירים. בבני אדם בריאים משקף ריכוז מולקולות הקריאטינין בדם ובשתן את מסת השרירים בגוף. בניגוד לאוריאה, ריכוז מולקולות הקריאטינין בדם אינו מושפע מתזונה. הקריאטינין מועבר דרך מחזור הדם אל הכליות, ובאורח תקין בהיעדר ספיגה באבוביות הכליה – רוב הקריאטינין יופרש בשתן. לפיכך, תפקוד כלייתי לקוי יתבטא לעתים קרובות ברמת קריאטינין מוגברת בדם, ומכאן חשיבותו המרכזית של הממצא. מעבר לעדות שהוא מספק, אין בנוכחות רמות חריגות אלה של קריאטינין בדם השפעה רעילה על הגוף.
- **רפלוקס** (Reflux) בדרכי השתן
מצב של זרימה הפוכה ובלתי תקינה של שתן – מהשלפוחית חזרה אל הכליות. מצב זה שכיח ברוב המקרים בקרב תינוקות וילדים עקב בעיה בסוגרים של שלפוחית השתן. רפלוקס בדרכי השתן הנמשך תקופה ארוכה כרוך בשכיחות גבוהה של דלקות בדרכי השתן, ובסופו של דבר נקשר בסיכון גבוה לפגיעה בכליות.
- **תלת-פוספט** (ATP) **וזרחן** (Phosphorous)
מינרל חיוני הקשור כימית בדרך כלל כפוספט לחמצן. זרחן וסידן הם שני יסודות הפועלים בד בבד, בין השאר בבניית העצמות. רמת הזרחן בתוך התאים גבוהה פי 100 מרמתו מחוץ לתאים. בתוך התאים הוא מצוי כחלק מתרכובת אורגנית, כדוגמת תלת-פוספט (ATP) שהיא המולקולה החשובה ביותר ביצירת אנרגיה בתאי הגוף.

- **הידרונפרוזיס** (Hydronephrosis) הרחבה של אגני הכליה כתוצאה מהצטברות נוזלים.
- **אורטרוסקופיה** (Ureteroscopy) אורטרוסקופיה היא בדיקה המאפשרת לסרוק ולבחון את מערכת השתן העליונה, הכוללת את השופכנים וחללי הכליה. ברוב המקרים, המטרה היא טיפול באבנים במערכת השתן, אם כי אורטרוסקופיה עשויה לשמש גם כבדיקה אבחנתית במצבים של חשד לגידול במערכת השתן, וכן לבירור סיבות לדמם שמקורו במערכת השתן העליונה. הבדיקה מבוצעת באמצעות **אורטרוסקופ**, מכשיר אופטי ממוזער שגודלו מילימטרים אחדים, המוחדר דרך השופכה לתוך השלפוחית ובהמשך לתוך השופכן ועד לכליות. המכשיר מאפשר למנתח לבחון היטב את מערכת השתן כולה, על גבי מסך באמצעות המצלמה המובנית באורטרוסקופ המוחדר למערכת השתן. ריסוק אבנים מתאפשר על ידי החדרת סיב לייזר ממוקד דרך צנתר, בהנחיית האורטרוסקופ.

מקורות מידע

1. ג"י ג'ונסון. ברונר וסודארת המרוכז, סיעוד פנימי כירורגי [ח' שצמן, ד' גדל-בר (ע')], הוצאת ידע ספרות אקדמית בע"מ, 2010.
2. פאופי, בראנוואלד, קספר. הריסון, מדריך עקרונות הרפואה הפנימית (מהדורה 17), דיונון-פרובוק, 2011.
3. י' מזרחי. המדריך השלם לפרמקולוגיה, הוצאת דיונון-פרובוק, 2013.
4. ס"פ רוברט. מדריך מְרָק לתסמיני מטופלים, הוצאת דיונון-פרובוק, 2010.
5. ח' שצמן, ד' גדל-בר. המדריך הרפואי המרוכז למחלות עיקריות. הוצאת ידע ספרות אקדמית בע"מ, 2012.

מקורות אינטרנטיים:

6. [פגיעה כלייתית](#)
7. [מחלת כליות כרונית](#)
8. [טיפול באבני כליות](#)
9. [אי-ספיקת כליות](#)
10. [אי-ספיקת כליות חריפה וכרונית](#)

פעילויות

1. האם נוכחות חלבון בבדיקת שתן מעידה בהכרח על פגיעה כלייתית? נמקו את קביעתכם.
2. ירידה בלחץ הדם גורמת לכליה לווסת את לחץ הדם. הסבירו כיצד מווסתת הכליה את לחץ הדם בנסיבות אלה.
3. לכל תופעה המופיעה בטבלה שלהלן יש שלושה גורמים לפחות. מהי האטיולוגיה של כל גורם?

התופעה	הגורם	הסבר המנגנון
יתר לחץ דם	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.
בצקת	1.	1.
	2.	2.
	3.	3.

פעילויות "מפה אילמת" (שאלות 4-5)

4. כתבו לאורך העמודה הימנית של הטבלה שלהלן את שמות חלקי הכליה בעברית ובאנגלית. בעמודה השמאלית הסבירו מהו תפקידו של כל חלק. היעזרו באיור חתך הכליה ומערכת השתן שלהלן.

תפקידיהם של חלקי הכליה	חלקי הכליה	
	אנגלית	עברית

תיקונים ותוספות – נפרולוגיה

1. ע' 16 אטיולוגיה, בהמשך לסעיף 2 (יתר לחץ דם), להוסיף: שני הגורמים הנ"ל, בתוספת השמנת יתר, מהווים את התסמונת המטבולית שמעלה את הסיכון לפתח אי ספיקה כלייתית כרונית..