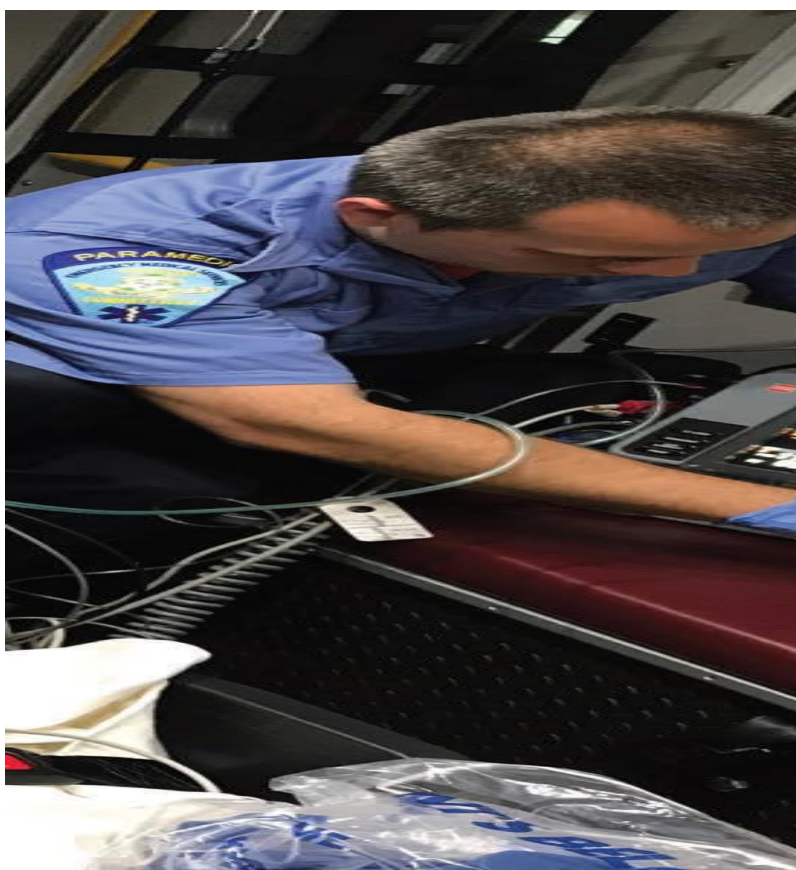


# השחקן החשוב ביותר מבין המדדים

## החיוניים

### קריאה ופענוח של גל הקפנוגרפיה



## הקדמה

קפנוגרפיה הינה דרך מעולה לוודא כי מנתב האוויר ממוקם נכון וכן לצורך ניטור ההנשמות. אך מדד זה יכול לתת כל כך הרבה יותר. פחמן דו חמצני, שהינו תוצר של תהליכי המטבוליזם, מוסע דרך זרם הדם וניפלט החוצה בתהליך הנשימה. ניטור גלי של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי { END TIDAL CARBON } מאפשר למדוד את כל השלושה בו זמנית, נתון ההופך מדד זה, להיות החשוב ביותר.

על מנת להעריך את המטבוליזם, איכות ההנשמה ואיכות זרימת דמו של המטופל דרך ניטור גלי של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי, אתם צריכים לקרוא את ה- PQRST : PROPER { התקין } , QUANTITY { כמות } , RATE { מהירות } , SHAPE { צורה } , ו- TREND { מגמה } .

**התקין**- משמעותו היא שאנו צריכים לדעת מהם הערכים התקינים של הכמות, המהירות, הצורה והמגמה של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי. במקרה זה, משמעותו של "התקין"- **מה אנו מצפים למצוא באדם בריא, ללא הפרעות מטבוליזם, נשימה או בזרימת הדם.** אחד הדברים המדהימים בפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי הוא, שלמרות שקצב הנשימות משתנה כתלות בגיל המטופל, קריאות תקינות של הכמות, הצורה והמגמה, הן זהות עבור גברים ונשים בכל קבוצות הגיל, נתון ההופך את הערכים הללו לקלים לזכירה.

**הכמות**- ערכי המטרה של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי צריכים להיות 35-45 מ"מ כספית.

**קצב** הנשימה- צריך לעמוד על 12-20 נשימות בדקה למבוגרים, אם המטופל נושם בכוחות עצמו, ו- 10-12 הנשמות בדקה, אם אתם מנשימים אותם. יש להנשים ילדים בקצב של 15-30 הנשמות בדקה. קצב ההנשמות לתינוקות הינו 25-50 בדקה. הנשמה מהירה מדי לא תאפשר למספיק פחמן דו חמצני להצטבר בנאדיות הריאה, תהליך שיוביל לקריאות נמוכות של פחמן דו חמצני סוף נשיפתי. הנשמה איטית מדי תאפשר ליותר מדי פחמן דו חמצני להצטבר, תהליך שיוביל לקריאות גבוהות.

**הצורה**- של הגל צריכה להיות באופן תקין מלבנית עם פינות מעוגלות. צורות גל שונות יכולות להצביע על מצבים שונים.

**המגמה**- של הכמות, הקצב והצורה של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי, צריכה להיות קבועה או בשיפור מתמיד.

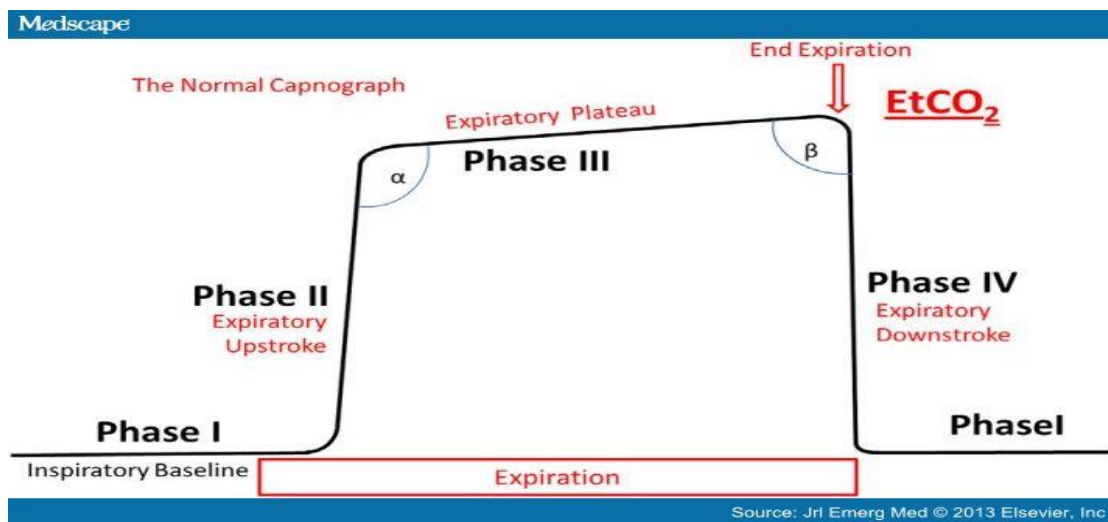
למרות שקריאות ערכים גליים של פחמן דו חמצני סוף נשיפתי יכולה להיות קלה, פענוח של המשמעות דורש הבנה בדבר כיצד הגלים והמספרים נוצרים.

## קריאת הגלים

כולם יודעים שקצב הנשימות התקין של מבוגרים עומד על 12-20 נשימות בדקה וכאשר מדברים על קפנוגרפיה, רוב האנשים יודעים או לפחות לומדים במהירות, שהכמות התקינה של הפחמן הדו חמצני הנפלט בנשיפה עומדת על 35-45 מ"מ כספית. מה שעלול להיות מפחיד, הוא הרעיון לקרוא את צורת הגל, אך בפועל, זה לא קשה בכלל.

גל קפנוגרפיה הינו מדד גרפי פשוט המדגים כמה פחמן דו חמצני אדם נושף. גל קפנוגרפיה תקין הינו בעיקרון מלבן בעל קצוות מעוגלים.

### גל קפנוגרפיה תקין



כאשר אדם נושף פחמן דו חמצני, הגרף עולה כלפי מעלה. כאשר אדם שואף, הגרף חוזר חזרה למטה.

**שלב 1-** הינו שלב השאיפה. זהו קו הבסיס. מאחר ושום פחמן דו חמצני לא נפלט כאשר אדם שואף אוויר פנימה, קו הבסיס עומד בדרי"כ על 0.

**שלב 2-** הינו התחלת הנשיפה. פחמן דו חמצני מתחיל לנוע מהנאדיות, דרך ה"חלל המת" האנטומי של נתיב האוויר, תהליך הגורם לעלייה חדה בגרף הפחמן הדו חמצני. חלק זה של הגרף ממשיך לעלות למעלה ככל שגז הפחמן הדו חמצני המגיע מתחתית הריאות שהינו מרוכז יותר, עולה למעלה ועובר דרך חלק החישה של המכשיר.

**שלב 3-** מתרחש כאשר חלק החישה של המכשיר חש בגז עשיר בפחמן דו חמצני שהיה בנאדיות. מכיוון שזהו שלב די יציב, שלב זה בגרף נכנס לישורת. המדידה המתרחשת בסוף הנשימה ושיא הגובה של המדידה המתרחשת בסוף שלב 3, זוהי קריאת הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי.

לאחר סיום שלב 3 המטופל שואף שוב, ובכך מביא אוויר נקי שעובר דרך חלק החישה, תהליך המפיל בחזרה את הגרף ל-0, על מנת להתחיל שוב את שלב 1.

למרות שזה עלול להראות מפחיד, לנסות ולזכור את משמעותו של כל שלב {והזוויות ביניהם}, אתם יכולים לחשוב על השלבים כך: הצד השמאלי מראה כמה מהר ובקלות אוויר יוצא מהריאות. הצד הימני מראה כמה מהר ובקלות אוויר נכנס פנימה. החלק העליון מראה כמה בקלות הנאדיות מתרוקנות.

אם כולנו היינו רוצים לקרוא דרך הקפנוגרפיה את הנשימות של המטופל, זה היה מספיק, אך על מנת למדוד באופן לא מדויק את מצב זילוח הדם והסטאטוס המטבולי של המטופל, אנו חייבים להבין כיצד פחמן דו חמצני מגיע לריאות על מנת להיפלט החוצה.



פחמן דו חמצני סוף  
נשיפתי מודד ומציג  
את שיא הכמות של  
הפחמן הדו חמצני  
בסוף הנשיפה

## לשים בלחץ

גורמים רבים משפיעים על הדרך שבה החמצן נכנס לגוף והפחמן הדו חמצני נפלט החוצה. אולם, ההשפעה הגדולה ביותר הינה הלחץ החלקי של גזים אלו.

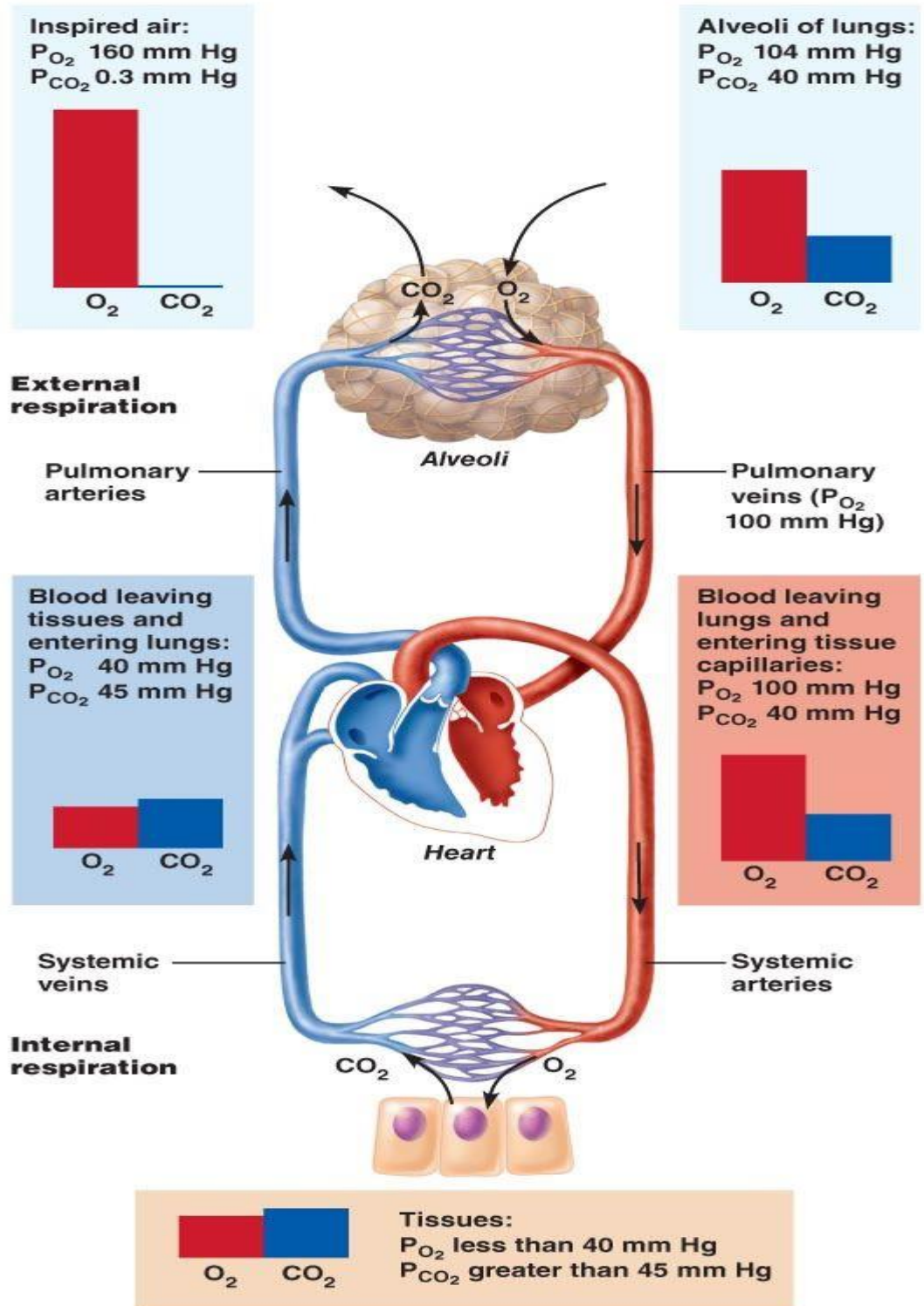
למרות שהמוגלובין, מיוגלובין וכימיקלים אחרים בגוף משחקים תפקיד בהעברת גזים, יכול להיות יעיל בלהתחיל לצייר את התמונה שבה לחצים חלקיים דוחפים גזים מחלק אחד של הגוף לחלק אחר.

הלחץ החלקי התקין של החמצן באוויר חדר עומד על בערך 104 מ"מ כספית. הוא מקבל לחות ונספג ע"י הגוף כשהוא נשאף, תהליך המוריד את הלחץ החלקי ל-100 מ"מ כספית עד שהחמצן מגיע לנאדיות. הלחץ החלקי של החמצן בנאדיות ידוע כ- PaO<sub>2</sub>.

לאחר מכן, החמצן נדחף מהלחץ החלקי שעומד על 100 מ"מ כספית בנאדיות אל לחץ חלקי נמוך יותר של 95 מילימטר כספית בנימים המקיפים את הנאדיות. החמצן נישא דרך מחזור הדם ונספג לאורך הדרך.

בזמן שהחמצן מגיע לסוף המסע, יש לו לחץ חלקי של בערך 40 מ"מ כספית, שזה עדיין גבוה מספיק על מנת לאפשר לו לנוע לתוך שרירים ואיברים המכילים לחץ חלקי נמוך יותר של בערך 20 מ"מ כספית.

לחץ חלקי בזמן שתמצן ופחמן זו תמצני נדחפים לאזורים שונים בגוף



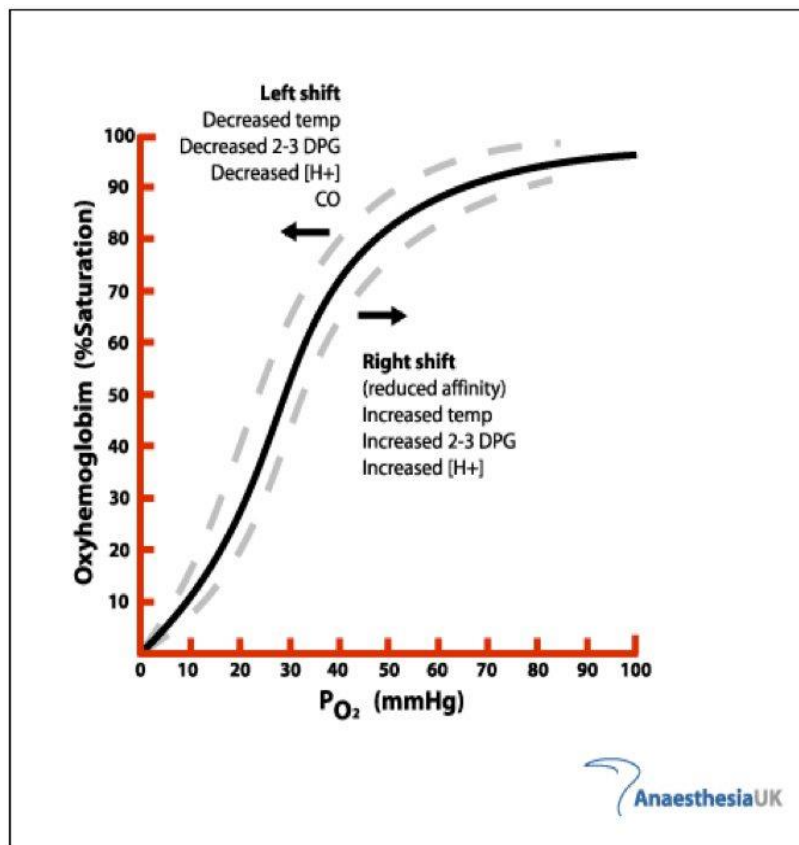
אם האיברים מתפקדים בצורה תקינה, החמצן עובר מטבוליזם ונוצר פחמן דו חמצני שבסופו של דבר, יוצא למדידה בנשיפה. למרות שהמסע של הפחמן הדו חמצני בחזרה כולל תנועת פחמן דו חמצני בעיקר דרך מערכות הבופר {BUFFER} של הגוף, כגון הביקרבוט {HCO<sub>3</sub>}, תנועתו עדיין מופעלת בעיקר ע"י לחצים חלקיים.

כאשר הוא עוזב את האיברים, הלחץ החלקי של הפחמן הדו חמצני עומד על בערך 46 מ"מ כספית, שזה מספיק גבוה על מנת לדחפו אל הנאדיות, שבהן ישנו לחץ חלקי של רק 45 מ"מ כספית. הפחמן הדו חמצני נע דרך זרימת הדם הוורידית, פחות או יותר ללא הפרעה.

בסוף הוא נע מלחץ של 45 מ"מ כספית בנימים המקיפים את הנאדיות לתוך הנאדיות עצמן. מהנאדיות לשלב הנשיפה, הפחמן הדו חמצני עומד על בערך 35-45 מ"מ כספית. ברמה זו הוא יינשף ויימדד ע"י מכשיר החישה של הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי, והמכשיר יידע אותנו כי המטבוליזם, זרימת הדם והמצב הנשימתי של המטופל עובדים בצורה תקינה, תוך שהאיברים קולטים חמצן, הופכים אותו לפחמן דו חמצני ומשחררים אותו במהירות תקינה {או שלא}.

אם אתם מעוניינים לדעת דבר אחד נוסף לגבי תנועת החמצן והפחמן הדו חמצני, אז כדאי לדעת כי רמות גבוהות של פחמן דו חמצני מורידות את יכולת ההיקשרות של ההמוגלובין לחמצן. מה שנקרא "אפקט בוהר" {BOHR EFFECT} - במהלך תפקוד תקין של הגוף זהו דבר טוב {רמות גבוהות של פחמן דו חמצני בשרירים ובאיברים מסייעות להמוגלובין לשחרר חמצן, שלו הרקמות זקוקות}. אולם, תקופות זמן ממושכות של רמות גבוהות של פחמן דו חמצני וחמצת המתרחשת בעקבות כך, מקשות על ההמוגלובין להקשר ולשחרר את החמצן. ניתן לראות זאת כסטייה ימינה של עקומת ההיפרדות של ההמוגלובין המחומצן.

### עקומת ההיפרדות של ההמוגלובין המחומצן



וכן להיפך, אם למטופל ישנן רמות נמוכות של פחמן דו חמצני, אולי בעקבות היפר וונטילציה, תיגרם היקשרות מוגברת לחמצן, תהליך שיאפשר להמוגלובין לקלוט חמצן בקלות יתרה. אולם, אם פרק הזמן שבו ישנן רמות נמוכות של פחמן דו חמצני מתמשך, ייתכן וההמוגלובין לא ישחרר את החמצן לאיברים. תהליך זה נקרא "אפקט הלדן" {HALDANE EFFECT} והוא נצפה כסטייה שמאלה של עקומת ההיפרדות של ההמוגלובין המחומצן. במקרה זה, ייתכן ותהיה לכם קריאת סאטורציה תקינה, למרות שהאיברים לא מקבלים חמצן, זאת מכיוון שההמוגלובין רווי בחמצן, אך החמצן הזה "נעול" בהמוגלובין. בדרך זו, קריאת הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי יכולה לסייע לכם טוב יותר על מנת לתרגם את משמעותם של המדדים החיוניים האחרים, כגון הסאטורציה, לחץ הדם ועוד.

## רגע! PQRST!!

כעת, לאחר שהצננו מאחורי הווילון והבנו כיצד הפחמן הדו חמצני מיוצר במטבוליזם ומוסע דרך זרימת הדם, הבה נשתמש בשיטת ה-PQRST {תקין, כמות, מהירות, צורה, מגמה} על מנת להבחין במצבי חירום תאיים שונים.

אנו קוראים את הסעיפים לפי הסדר ושואלים "מהו התקין?" חישובו מהי המטרה הרצויה עבור מטופל זה. "מהי הכמות?" האם זה כך בעקבות הקצב? אם כן, נסו לתקן את הקצב. "האם זה משפיע על הצורה?" אם כן, תקנו את המצב הגורם לצורה הלא תקינה. "האם ישנה מגמה?" ודאו כי המגמה יציבה ובמקום שאותו אתם רוצים שהיא תהיה או שהיא במגמת שיפור. אם לא, שיקלו לשנות את אסטרטגיית הטיפול שבה אתם נוקטים.

כעת נעבור למספר דוגמאות.

### נתיב אוויר מתקדם / אינטובציה:

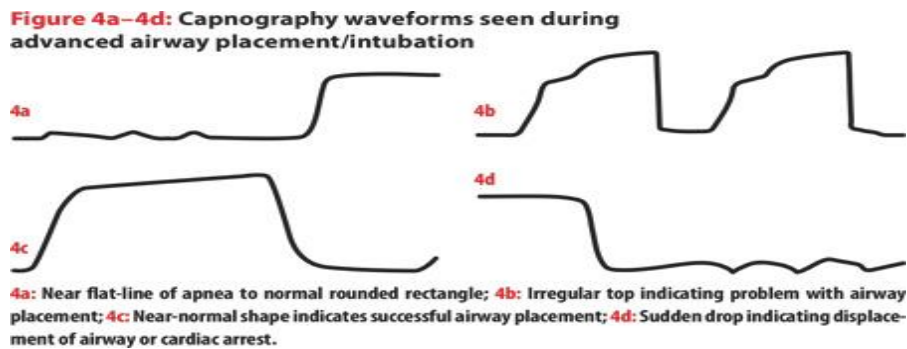
**התקין**- הנשמה. וידוא מיקום של מנתב אוויר מתקדם.

**כמות**- המטרה היא 35-45 מ"מ כספית.

**קצב**- 10-12 הנשמות בדקה, מונשם.

**צורה**- מקו כמעט משוטח לחלוטין עבור מטופל בדם נשימה לגרף של פחמן דו חמצני סוף נשיפתי בצורת מלבן מעוגל תקין {איור a4}.

#### גל קפנוגרפיה במהלך מיקום מנתב אוויר מתקדם / אינטובציה



אם החלק העליון של הצורה איננו תקין {נראה כמו 2 גלי קפנוגרפיה שונים שמתמזגים לאחד}, זה עלול להעיד על בעיה במיקום הטובוס {ראה איור b4}. צורה זו עלולה להעיד על דליפה, מיקום סופרה- גלוטי

או טובוס שהוחדר לסמפון הימני. צורה זו נוצרת כאשר ריאה אחת, לעיתים קרובות- ריאה ימין, עוברת את ההנשמה ראשונה, כאשר מיד לאחר מכן מתרחשת יציאת פחמן דו חמצני מהריאה השמאלית. אם לגל יש צורה שנראית כמעט תקינה {ראה איור c4}, אזי שהחדרת מנתב האוויר המתקדם הייתה מוצלחת.

**מגמה-** כמות, קצב וצורה עקביים בכל הנשמה. שימו לב לנפילה חדה של הגרף המצביעה על מיקום לא תקין של מנתב האוויר המתקדם ו/ או התפתחות דום לב {ראה איור d4}.

## **דום לב:**

**התקין-** הנשמה והזרמת דם. וידוא ביצוע עיסויים איכותיים. ניטור חזרת דופק ספונטני או איבוד דופק ספונטני.

**כמות-** המטרה היא מעל 10 מ"מ כספית במהלך ביצוע עיסויים והנשמות. צפו לרמה גבוהה של כ- 60 מ"מ כספית לפחות כאשר משיגים חזרת דופק ספונטני.

### **גל קפנוגרפיה המצביע על חזרת דופק ספונטני לאחר דום לב**

**Figure 5: Capnography waveform indicating ROSC after cardiac arrest**



**קצב-** 10-12 הנשמות בדקה, מטופל מונשם.

**צורה-** במהלך ביצוע עיסויים והנשמות גל קפנוגרפיה מלבני, מעוגל ונמוך, עם קפיצות גבוהות כאשר יש חזרת דופק ספונטני.

**מגמה-** כמות, קצב וצורה עקביים בכל הנשמה. שימו לב לקפיצות פתאומיות המצביעות על חזרת דופק ספונטני או לנפילות פתאומיות המצביעות על מיקום לא תקין של מנתב האוויר המתקדם ו/ או חזרת דום לב.

## **שיפור מצב נשימתי:**

**התקין-** נשימות והנשמות. יכול לכלול סיטואציה של היפרוונטילציה, כגון התקף חרדה, כמו גם מצבי היפר-ונטילציה, כגון מינון יתר של אופיאטים, שבץ מוחי, פרכוסים או פגיעת ראש.

**כמות-** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית. שליטה על הכמות תוך שימוש בקצב ההנשמה. אם הפחמן הדו חמצני הסוף נשימתי נמוך {הצאת אויר מהירה מדי}, יש להתחיל ע"י הענקת סיוע למטופל לנשום לאט יותר או ע"י הנשמה בקצב של 10-12 הנשמות בדקה. אם הפחמן הדו חמצני הסוף נשימתי גבוה {הצטברות יתרה של פחמן דו חמצני בין הנשימות}, יש להתחיל ע"י הנשמות בקצב מעט מהיר יותר.

**קצב-** המטרה היא 12-20 הנשמות בדקה עבור מטופל שנושם בכוחות עצמו, 10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה-** גל קפנוגרפיה מלבני, מעוגל ונמוך. הנשמה מהירה יותר תייצר צורת גל שאיננה רחבה או גבוהה, זאת מאחר והנשיפה המהירה לא מספיק ארוכה והיא מכילה פחות פחמן דו חמצני {ראה איור a6}.



## גל קפנוגרפיה המדגים הנשמה בעייתית

Figure 6: Capnography waveforms illustrating problematic ventilation



6a: Faster ventilation/rapid exhalation. 6b: Slower ventilation/longer exhalation with CO<sub>2</sub> building up between breaths.

הנשמה איטית יותר תייצר גל קפנוגרפיה רחב וגבוה יותר, זאת משום שהנשיפה לוקחת יותר זמן ויותר פחמן דו חמצני מצטבר בין ההנשמות {ראה איור 6b}

**מגמה -** כמות, קצב וצורה עקביים בכל הנשמה מלמדים על הנשמה טובה.

### הלם:

**תקין -** מטבוליזם וזרימת דם. ככל שזרימת הדם יורדת והאיברים נכנסים למצב של הלם - לא משנה אם תת נפחי, קרדיוגני, ספטי או מסוג אחר - פחות פחמן דו חמצני מיוצר ומועבר לריאות, כך שכמות הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי תרד, גם בקצב הנשמה תקין.

ביחס להלם, פחמן דו חמצני סוף נשיפתי יכול לסייע להבדיל בין מטופל חרדתי ומעט מבולבל לבין מטופל עם רמת הכרה ירודה בעקבות תת לחץ דם. כמו כן, רמת הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי יכולה להצביע על מטופל עם מטבוליזם ירוד באופן משמעותי בעקבות היפותרמיה, עם או ללא הלם.

**כמות -** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית. ביחס להלם, רמת פחמן דו חמצני סוף נשיפתי נמוכה מ- 35 מ"מ כספית מצביעה על הפרעה לבבית- נשימתית קשה ועל צורך במתן טיפול אגרסיבי.

**קצב -** המטרה היא 12-20 נשימות עבור מטופל שנושם באופן ספונטאני ו- 10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית. חרדה ומתח עלולים להאיץ את קצב הנשימות של המטופל. בנוסף לכך, מצבים אלו עלולים לגרום למטפל להנשים מהר מדי. חשבו על הנקודה כי קצב מהיר יותר יוריד את רמת הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי וכן הוא עלול להעלות את הלחץ בוורידים הריאתיים, תהליך שיוכל לירידה בחזרה הדמית ללב אצל מטופל שגם כך מצוי בתת לחץ דם.

**צורה -** גל קפנוגרפיה מלבני, מעוגל ונמוך.

**מגמה -** הכמות תהיה במגמה כלפי מטה במצבי הלם. קצב הנשימה יהיה מוגבר בשלב המוקדם של ההלם המפוצה ואז יואט בשלב המאוחר של ההלם הלא מפוצה. הצורה לא תשתנה באופן דרמטי, זאת בעקבות ההלם עצמו.

גל קפנוגרפיה עם מגמה כלפי למטה במהלך הלם {איור 7} -

**Figure 7: Capnography waveform trending down in shock**



**Figure 8: Capnography waveform indicating hypoxia due to asthma**



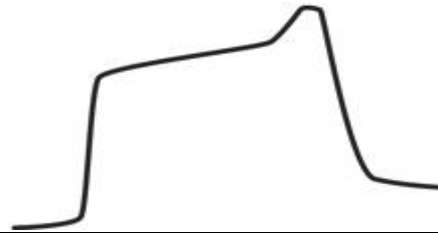
**Figure 9: Capnography waveform indicating hypoxia due to mechanical obstruction**



**Figure 10: Capnography waveform illustrating emphysema or leaking alveoli in pneumothorax**



**Figure 11: Capnography waveform indicating poor lung compliance, also seen in obese and pregnant patients**



## **תסחיף ריאתי:**

**תקין**- הנשמה וזרימת דם. שימוש בפחמן דו חמצני סוף נשיפתי ביחד עם מדדים חיוניים אחרים יכול לסייע לכם לזהות חוסר התאמה בין הנשימה לבין זרימת הדם.

**כמות**- המטרה היא 35-45 מ"מ כספית. רמת פחמן דו חמצני סוף נשיפתי נמוכה מ- 35 מ"מ כספית בנוכחות קצב נשימות, דופק ולחץ דם תקינים, יכולה להעיד כי הנשימה מתקיימת, אך זרימת הדם לריאות פגועה, זאת משום שהתסחיף הריאתי מונע מהנשימה לתקשר עם זרימת הדם. זהו מצב הנקרא "חוסר התאמה בין הנשימה/ זרימת הדם. {VENTILATION/ PERFUSION MISMATCH}.

**קצב**- המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות ו- 10-12 נשימות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה**- גל קפנוגרפיה מלבני, מעוגל ונמוך.

**מגמה**- כמו בהלם, הכמות תמשיך עם מגמה כלפי מטה ככל שזרימת הדם של המטופל תיפגע יותר.

## **אסטמה:**

**תקין**- נשימות. למרות שהצורה הקלאסית של "סנפיר הכריש" מצביעה על מחלה חסימתית כמו אסטמה, הפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי יכולה לספק מידע נוסף לגבי המטופל.

**כמות**- המטרה היא 35-45 מ"מ כספית. מגמת הכמות והקצב יחד יכולה לסייע בלהצביע אם המחלה נמצאת בשלב מתקדם או מאוחר.

**קצב**- המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות ו- 10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה**- התרוקנות לא שווה ואיטית של נאדיות הריאה גורמת לצורת הגל להתעקם באיטיות כלפי מעלה {שלב 3 בגרף הקפנוגרפיה} וליצור צורה הדומה לסנפיר של כריש {אם הכריש שוחה שמאלה}, במקום המלבן התקין {ראה איור 8 למעלה}.

**מגמה-** בתחילת המגמה סביר שנראה את צורת סנפיר הכריש עם קצב נשימות מואץ וכמות קטנה יותר של פחמן דו חמצני. כאשר ההיפוקסיה הופכת לחמורה והמטופל מתחיל להיות מותש, צורת סנפיר הכריש תימשך, אך הקצב יואט והכמות תעלה בעקבות הצטברות הפחמן הדו חמצני.

### **חסימה מכאנית:**

**תקין-** מצב נשימתי. צורת "סנפיר הכריש" המאפיינת את הנשיפה הקשה תוצג, אך בתצורה "עקומה" יותר, נתון המלמד על כך שפעולת השאיפה חסומה ואיטית גם כן.

**כמות-** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית.

**קצב-** המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות ו-10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה-** שוב, התרוקנות איטית ולא שווה של הנאדיות, מעורבת עם אוויר חדר מ "החלל המת" האנטומי יגרמו לצורה להתעקל באיטיות כלפי מעלה וליצור צורה של "סנפיר כריש" המסתכל לצד שמאל, במקום ליצור צורת מלבן. במקרה זה, שלב 4 של השאיפה חסום {ע"י מוקוס, גידול או חסימה מכאנית של נתיב האוויר ע"י גוף זר}, מה שגורם לצד הימני של המלבן להישען על שמאל, כאילו הכריש מנסה לשחות שמאלה מהר יותר {ראה איור 9}.

**מגמה-** שוב, ככל שההיפוקסיה הופכת לחמורה והמטופל מתחיל להיות מותש, צורת סנפיר הכריש תימשך, אך הקצב יואט וכמות הפחמן הדו חמצני תעלה ככל שהגז מצטבר בריאות.

### **אמפיזמה וחזה אוויר-**

**תקין-** מצב נשימתי. למטופלים עם אמפיזמה עלול להיות כל כך הרבה נזק לרקמת הריאה כך שצורת הגל עלולה "להישען על הצד הלא נכון". על אותו המשקל, מטופלים עם חזה אוויר לא יוכלו לשמור על שלב הפלאטו של שלב 3 של גל הקפנוגרפיה. הצורה תתחיל בנקודה גבוהה ולאחר מכן תדעך ככל שהאוויר ידלוף מהריאות, תהליך שייצר צורה דומה- גבוה בצד שמאל ונמוך בחלק הימני של המלבן.

**כמות-** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית.

**קצב-** המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות ו-10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה-** אינדיקציה לשטח פנים גרוע בעקבות אמפיזמה או לנאדיות דולפות בעקבות חזה אוויר, הינה שלחלקו העליון של המלבן יש שיפוע כלפי מטה משמאל לימין, במקום לעבור שיפוע כלפי מעלה {ראה איור 10}.

**מגמה-** כמות, קצב וצורה עקביים בכל נשימה הינם תמיד המטרה שלכם. שימו לב לעקביות זו ותקנו סטיות.

### **מטופלים סוכרתיים-**

**תקין-** נשימות וזרימת דם. פחמן דו חמצני סוף נשימתי יכול לסייע בהבדלה בין היפוגליקמיה ו-DIABETIC KETOACIDOSIS {D.K.A}. לעיתים ההבדל ברור, אך במצבים אחרים, כל כלי אבחנתי יכול לסייע.

**כמות-** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית.

**קצב-** המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות. סביר להניח שלמטופל עם היפוגליקמיה יהיה קצב נשימה יחסית תקין. למטופל החווה D.K.A יהיה קצב נשימות מואץ, תהליך שיוריד את כמות הפחמן הדו חמצני. בנוסף, הגוף ישתמש בפחמן דו חמצני בצורת ביקרבונט בדם על מנת

לאזן את ה-D.K.A. בדרך זו, רמות נמוכות של פחמן דו חמצני סוף נשיפתי יכולות להצביע על נוכחות D.K.A משמעותי.

**צורה-** גל קפנוגרפיה מלבני בעל זוויות מעוגלות.

**מגמה-** כמות, קצב וצורה עקביים בכל נשימה בהיפוגליקמיה. קצב נשימות מהיר וכמות פחמן דו חמצני נמוכה במטופלים עם D.K.A.

## **נשים בהריון ומטופלים עם הענות ריאתית ירודה-**

**תקין-** נשימות. בנוסף לשימוש בפחמן דו חמצני סוף נשיפתי בדרכים המתוארות לעיל, מטופלים עם הענות ריאתית ירודה/ מטופלים הסובלים מהשמנת יתר ונשים בהריון עלולים להציג צורת גל ייחודית שיכולה ללמד כי הם רגישים ביותר להנשמה יעילה ואיכותית.

**כמות-** המטרה היא 35-45 מ"מ כספית.

**קצב-** המטרה היא 12-20 נשימות בדקה עבור מטופל עם נשימות ספונטאניות ו-10-12 הנשמות בדקה עבור הנשמה מלאכותית.

**צורה-** גל קפנוגרפיה נמוך, מלבני בעל זוויות מעוגלות, אך עם עלייה חדה בזווית של שלב 3 הנראית כמו עלייה קטנה נוספת במלבן או "זנב חזיר" בצדו הימני של המלבן, שלעיתים מיוחס כבר לשלב 4 של הגל. זהו פחמן דו חמצני שנמחץ החוצה מהנאדיות ע"י רקמת הריאות בעלת ההיענות הירודה, דופן בית החזה אצל המטופל הסובל מהשמנת יתר או נשים בהריון, לפני שהמשקל הנ"ל סוגר את הסמפונות הקטנים. לעיתים קרובות מטופלים אלה מדרדרים במהירות משלב של קוצר נשימה לכשל נשימתי.

**מגמה-** כמות, קצב וצורה עקביים בכל נשימה.

## **סיכום**

שיטת ה-PQRST מתוכננת להיות שיטה פשוטה ופרקטית להרחבת השימוש בפחמן הדו חמצני הסוף נשיפתי ככלי אבחנתי, אך זה בהחלט ממש לא סוף הסיפור.

כאשר משתמשים בשיטה זו במטופלים שטופלו בתרופות משתקות שרירים או מונשמים, גלים אחרים יכולים לסייע למטפלים לטייב את הטיפול במטופלים, זאת ע"י זיהוי בעיות בפעילות התרופות, כגון הרדמה לא יעילה, היפרתרמיה ממאירה, בעיות מכאניות, כגון דלף אוויר ובעיות במערכת הנשמה ונושאים פיזיולוגיים, כגון מצבי אי התאמה בין ההנשמה/ נשימה לזרימת הדם.

למרות שאין אף מדד חיוני מושלם כשלעצמו, כמדד המודד בו זמנית את תפקוד המטבוליזם, זרימת הדם והמצב הנשימתי, מדד הקפנוגרפיה הסוף נשיפתי הינו אחד מהכלים האבחנתיים החשובים ביותר שזמינים לנו כמטפלי רפואת חירום בקדם בית החולים.

**המאמר פורסם בגיליון JEMS-8/17, תורגם ונערך ע"י איתי**

**טילינגר- פרמדיק**