

29/3/2020

לכבוד :

הנדון : פיתוח "אמבוטומטי" – ניסוי מול מערכת מדידה בבי"ח רמב"ם

1. היום התקיימה בדיקה והצגת המכשיר ברמב"ם בהשתתפות :

א. צוות אמבוטומטי – גיורא קורנבלאו, ד"ר גדעון מרירי, זאב שניאורסון

ב. רמב"ם :

(1) ד"ר אלי ויסמן סגן מנהל בית החולים רופא מרדים

(2) ד"ר ירון בר לביא מנהל חטיבת טיפול נמרץ רמב"ם יו"ר האיגוד הישראלי לטיפול נמרץ

(3) ג'ורג' דאוד טכנאי הנשמה

(4) אלי ארבל טכנאי הנדסה רפואית

(5) גינדי ספושניקו מהנדס מנהל הנדסה רפואית

ג. **בצהוב – נושאים להתייחסות, טיפול ושינוי**

2. רקע טכני

א. מכשיר ההנשמה שפותח על ידי הצוות שלנו מבוסס אמבו, זרוע רובוטית לוחצת לסחיטת האמבו ומערכת בקרה

ב. פונקציות ההנשמה הנשלטות כיום על ידי בוררים פוטנציומטר

(1) עומק לחיצה שמתורגם לנפח הנשמה וללחץ הנשמה עליון (תלוי דגם אמבו ומהירות הלחיצה) – נמדד על ידי פוטנציומטר על ציר זרוע הלחיצה – המהלך ניתן לכיול פשוט לכל דגם אמבו.

(2) קצב הנשמה לדקה 6-24 (כל 2) – מדידת זמן מבוקר תוכנה בלבד

(3) **לחץ התרעה PIP** (30-40: 40-50: 50-60: 60-70) – מבוסס סנסור לחץ מסחרי לתחום זה, לא דיפרנציאלי.

ג. מכשיר האמבו הרובוטי שפותח חש רק את לחצי מערכת האוויר ומסוגל לזהות עליית לחץ (כתוצאה מנשיפה עצמית של המטופל במהלך הנשמה למשל)

ד. הצב"ד שהשתמשו בו :



ה.

ו. הוא מודד

(1) נפח הנשמה

(2) לחץ הנשמה גבוה (PIP), לחץ שיורי PEEP

3 קצב הנשמה

- ז. בוצע כיוול בין אורך הלחיצה לנפח ההנשמה.
- ח. בוצע השוואה בין מדידת הלחץ בצב"ד לבין הלחץ שאנחנו מודדים – הסטיה ב PIP, PEEP הינה ± 0.5 מיליבאר = המערכת שלנו נותנת המידע הנכון.

1 אם נחליף סנסור לחץ יש לבחון הנושא שנית

3. סט אפ המדידה

- א. המחשב שייך להצגת פנל הבקרה של המכשיר שלנו,
- ב. המכשיר מדגם ה-2.0 (עם כננת) לא בצורה הסופית (כננת 25 מ"מ, מנוע חלון 2013 ישן) אין תמיכות צד למניעת "ברירת" האמבו. – כל אלו לא משפיעים פונקציונלית על הפעולה, **במעבר למנוע וכננת סופי נדרש לבחון שוב שעומדים בקצבי העבודה הנדרשים מבחינת מהירות הסחיטה**



ג.

4. מהלך הבדיקה תוצאות ותובנות :

- א. התברר שהמכשיר שלנו מסוגל להנשים מטופל בנפח של כ-550 סמ"ק ומטה, לחץ מירבי של 50 מיליבאר ומטה.
- ב. פונקציות המערכת הקיימות ושיפורים נדרשים :
 - 1 קביעת נפח הנשמה – מ 1/3 ועד 3/4 **יבוצע בסקאלה רציפה**, הרופא יקבע ערך זה לפי החלטתו כאשר המשוב שהוא יראה הינו נתון לחץ PIP (הלחץ המירבי בהנשמה).
 - א) השינוי כאן הוא הפיכת הסקאלה לרציפה (לציין 1/3, 1/2, 3/4 לייחוס בלבד).
 - 2 קביעת קצב הנשמה – מה שיש מתאים – סקאלה של 6 עד 24 (לא נדרש בפועל יותר מ-18)
 - ג. לגבי שחרור בסוף הלחיצה, הבקשה של מנהל טיפול נמרץ ברמב"ם (והייתה הסכמה של טכנאי הנשמה ועוד אנשים שלהם) **היא להשהות עוד במצב הלחץ**. **לחכות לפני שחרור הלחץ** (כדי לדחוף קצת את הנוזלים ולעזור לריאות לקבל את הנפח). הפרוטוקול הקבוע שלהם הוא חצי שניה שהייה.. ובחולי קורונה הם לפעמים מגדילים עד שניה לפני שחרור
- 1 קביעת לחץ מירבי PIP לעצירת הנשמה ואזעקה – הסקאלה של היום 40-30, 50-40, 60-50, 70-60 – **ממליץ להחליט שהתחומים יהיו מדויקים לחץ PIP קבוע למשל: 40, 45, 50, 60, 65, 70** – זה יקל על המפעילים להבין מה זה עושה
 - א) נתון לחץ זה קובע את הערך לעצירת ההנשמה עם מגיעים אליו בגלל שהמטופל נושף, בעייה בהנשמה, אחר.

ב) לבקשת הרופאים ברמב"ם שתואמה גם עם יובל ואריה סוכס שאם המערכת מגיעה ללחץ הPIP

מבוצעת הפעולה הבאה:

(I) עצירת הלחיצה (ללא הרמת הזרוע) כדי לשמר לחץ בריאות עד לסיום מחזור ההנשמה (לחיצה

ושימור).

(II) המשך הנשמה כמתוכנן, אם הלחץ המירבי חוזר פעם שניה להשמיע אזעקה.

(2) מחזור הנשמה נראה כך:

א) לחיצה על האמבו (לפי האורך הנקבע) בתוך כ 0.8 שניה – נתון קבוע ללא קשר לקצב ההנשמה.

ב) השארת הזרוע למטה למשך 0.5 שניה - נתון קבוע ללא קשר לקצב ההנשמה – (זה מידע חדש

וחשוב, הכלל הוא עצירת הלחץ בריאות למשך 0.5 שניה עד 0.9 שניה – סוכס עם הרופא בפגישה

שנקבע 0.5 שניות קבוע).

ג) הרמת הזרוע (מייד בהמת הזרוע יורד הלחץ במערכת).

ד) המתנה לסוף מחזור ההנשמה (נניח בקצב של 15 הנשמות לדקה כל מחזור הוא 4 שניות).

ד. סינכרון % הלחיצה על האמבו למול נפח ולחץ שנמדדו לדגם מקורי של AMBU מבוגרים

1) העליון – אמבו שהיה אצל גיורא

2) התחתון – אמבו (אוצו דגם, רק חדש יותר) שהיה בבית החולים (מרגיש יותר "קשה")

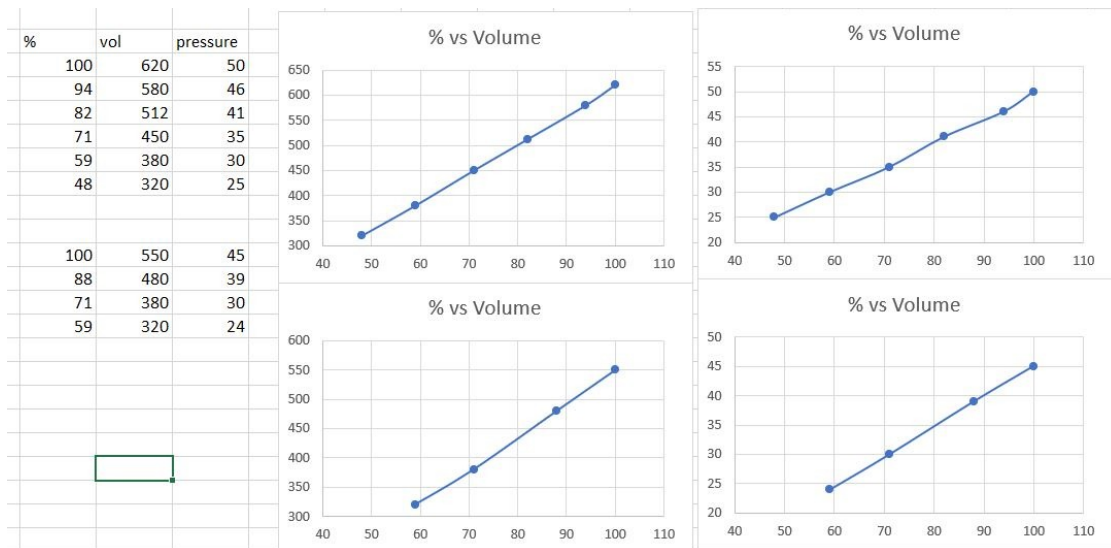
3) ניתן לראות שבלחיצה מקסימלית (לפני ריקון מלא) הצלחנו לסחוט 620 מהאמבו הרך שהיה אצל

גיורא ו 550 סמ"ק מהאמבו ה"קשה" של בית החולים

4) בעבודה ב 100% לחיצה בקצב של 24 פעימות לדקה המערכת עובדת קרוב לסף העבודה שלה ולא

מומלץ להגיע לשם, לפי הרופאים מספיק 30-35 מיליבאר לחץ הנשמה מגביל ל 60% עד 75% לחיצה

תלוי באיזה אמבו.



ה.

ו. בנוסף לבדיקה זו ביצענו בדיקה איכותית לשינוי לחץ על ידי שליטה על מהירות הלחיצה

1) ככל שהלחיצה יותר מהירה לחץ הפיק הגבוה שהאמבו מייצר – עולה עד כדי 60 מיליבאר ויורד מהר

מאוד ללחץ שרואים בגרפים לעיל שמתאים לנפח הלחיצה שבוצע.

2) כלומר ניסיון לשלוט על מהירות הלחיצה על מנת להאט את קצב בניית הלחץ לא יתן כאן מענה בגלל

שמקור האוויר שלנו הוא "בלון" בנפח קבוע וכאשר מעבירים האוויר ממנו לריאות תוך הקטנת הנפח

המשותף של האמבו+ריאות, עולה הלחץ בהתאמה לערך קבוע. יתכן שמול ריאות אמיתיות זה מעט משתנה, כלומר אם הריאות מתנהגות כמו ה"ריאה המדמה" בניסוי נקבל הלחצים כמו בגרפים. אם הריאות לא מגיבות טוב, קשות לניפוח הלחץ עולה מהר מאוד כמעט ללא נפח אוויר שנכנס לריאות והמערכת תעצור ההנשמה ללא הגעה לנפח הנדרש למטופל.

5. תובנות לגבי מכשירי הנשמה בכלל והחלטות רפואיות

- א. מערכת האמבו שפותחה מבקרת למול החולה (ברמת הסנסור) רק את עליית הלחץ כתוצאה מנשיפה עצמאית למול הנשמה של המכשיר – במצב זה עוצרים ההנשמה למחזור וממשיכים שוב במחזור הבא.
- ב. מערכת זו אינה יודעת לזהות נשימה עצמית של מטופל, להעריך את עומק הנשימה ולהשלים את הנפח הנדרש לפי קביעת המטפל.
- ג. לכן, המערכת אינה מסוגלת, בתצורתה הנוכחית, לתמוך במטופל ערני חצי נושם ולכן לשימוש במערכת נדרש להרדים את המטופל ולהכריח נשימת מכונה
 - 1) מצב זה מסכן חיים כי אם המכונה מתקלקלת המטופל מת (לא יכול לנשום לבד)
 - 2) לכן נדרש מוניטורינג רצוף של סימני חיים והבעיה שצופים הרופאים שיהיו חסרים גם מוניטורים כאלו.
- ד. בנוסף, לחולי קורונה נדרשת בקרת הנשמה מבוססת לחץ – כלומר לנפח הריאות בלחץ קבוע ונמוך יחסית והמערכת שלנו מייצרת לחץ פורפורציוני לאורך הלחיצה שנקבע.
- ה. חולי קורונה צריכים שליטה על ריווי חמצן בתהליך ההנשמה עד כדי 100% והשליטה צריכה להיות של המנשם (שאין לנו) וזה חסרון נוסף.
- ו. עלה רעיון של החלפת מערכות הנשמה של חולים מורדמים/מונשמים ללא קורונה במכונה שלנו ופינוי המכונות המודרניות לחולי קורונה קשים.

6. משימות לטיפול

- א. צוות תוכנה: עידכון הפרוטוקול הנשמה כפי שפורט לעיל.
- ב. צוות מכניקה: עידכון כיתוביות במארז כפי שפורט לעיל.
- ג. צוות ניהולי: להכניס המשימות לעבודה

7. בברכה,

זאב שניאורסון