

הוקוס פוקוס - אולטרסאונד ריאות בשירות הפיזיותרפיה ביחידה לטיפול נמרץ: תיאור מקרה

עדי פאוקר, ¹BPT, עמית פרנקל ^{2,3}MD, גליה קרפ כהנא ²MD, אבי ברש ⁴MPT

- 1 שירות הפיזיותרפיה, היחידה לטיפול נמרץ כללי, המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה
- 2 החטיבה להרדמה וטיפול נמרץ, המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה
- 3 הפקולטה למדעי הבריאות, אוניברסיטת בן גוריון בנגב
- 4 שירות הפיזיותרפיה, המרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה

תקציר

נגמל מן ההנשמה, הוא עבר טיפול נשימתי ממוקד באמצעות נשימה נמרצת (Intermittent Percussive Ventilator) IPV ואימון בעזרת אימון נשימה (Inspiratory Muscle Trainer) IMT, עבר הוצאת קנולה של פיום הקנה (decannulation) והועבר לשיקום.

מסקנות: שילוב טכנולוגיית POCUS בעבודת הפיזיותרפיסט ביחידה לטיפול נמרץ תורם לדיוק תהליך ההערכה של מערכת הנשימה, להתאמת הטיפול בזמן אמת, לקיצור ודיוק תהליכי האבחון ולשיפור התוצאות הקליניות. הכנסת הטכנולוגיה הזאת לשגרת העבודה של הפיזיותרפיסט עשויה להעמיק את שיתוף הפעולה הרב-תחומי ולתרום לשיפור איכות הטיפול בקרב מטופלים ביחידה לטיפול נמרץ.

מילות מפתח: פיזיותרפיה, טיפול נמרץ, אולטרסאונד ליד מיטת החולה, POCUS, סרעפת, גמילה מהנשמה, נשימה, הערכה נשימתית

רקע: מטופלים הסובלים מפגיעות רב-מערכתיות ומאושפזים ביחידה לטיפול נמרץ נזקקים לטיפול אינטנסיבי ולשיקום נשימתי ופונקציונלי מורכב. בעשור האחרון נכנסה לשימוש בקרב הפיזיותרפיסטים טכנולוגיית אולטרסאונד ליד מיטת החולה (Point of Care Ultrasound - POCUS), המאפשרת להעריך בזמן אמת את מצב הריאות והסרעפת ולזהות מבעוד מועד מצבים רפואיים העלולים לעכב גמילה מהנשמה, כגון קונסולידציה, תפליט פלאורלי, תמט ריאתי ובצקת ריאות. כלי זה משפר את קבלת ההחלטות הקליניות ומאפשר התאמות טיפול מיידיות.

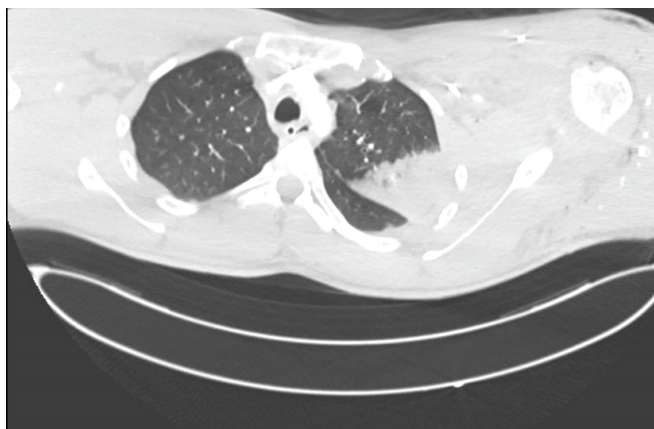
מטרה: להציג מקרה קליני המדגים את תרומתו של ה-POCUS לעבודת הפיזיותרפיסט ביחידה לטיפול נמרץ, ואת השפעתו על קבלת ההחלטות הטיפוליות ועל תהליך הגמילה מן ההנשמה.

תיאור המקרה: מתואר מקרה של לוחם בן 21 שנפצע מפגיעת הדף קשה ואושפז ביחידה לטיפול נמרץ בה היה מורדם ומונשם תקופה ממושכת.

במהלך תהליך הגמילה מן ההנשמה נעשתה הערכת פיזיותרפיה שכללה בדיקת POCUS לסרעפת ולריאות כדי לזהות במדויק את מצבו הרפואי ולכוון את ההתערבות הטיפולית. הבדיקה העלתה ממצאים של תפליט פלאורלי גדול בצד שמאל ותפקוד ירוד של הסרעפת הימנית. בעקבות דיון רב-מקצועי וניקוז 1.2 ליטרים של נוזל, נצפה שיפור ניכר ביכולת הנשימה ובגמילה מן ההנשמה. לאחר שהמטופל

בבדיקתו נמצאו אישונים מורחבים, ברדיקרדיה ולחצי דם נמוכים. מצבו יוצב על ידי מוצרי דם וזופרסורים. CT כלל-גופי הדגים פגיעה רב-מערכתית - שברים בצלעות 3-5 בבית החזה השמאלי, וקונטוזיה בריאה שמאל (תמונה 1). כמו כן, באותה סריקה הודגמו חזה אוויר משמאל, אוויר חופשי בבטן, נוזל דמי באגן ושבר מרוסק בטרונכוסטר מימין. הפצוע הועבר ישירות לחדר הניתוח שבו בוצעה לפרוטומיה חוקרת עם כריתת מעי ללא השקה וכן ניתוח שבו בוצעה קטיעה מעל הברך של רגל ימין ופציוטומיה של רגל שמאל. הפצוע הועבר במצב בלתי יציב ליחידה לטיפול נמרץ כללי. במהלך אשפוזו הממושך עבר ניתוחים רבים - בטניים ואורתופדיים. בין השאר עבר ניתוח כריתת מעל הברך גם של רגלו השמאלית וכמה ניתוחים לתיקון כלי הדם ביד שמאל. ביום ה-20 לאשפוזו עבר פיום קנה.

תמונה 1: תמונת הריאות ב-TBCT בעת קבלתו למחלקה. הבדיקה מדגימה את הקונטוזיה הריאתית



לאחר כשבעה שבועות הוחל בניסיונות גמילה מן ההנשמה. בשלב זה המטופל היה בהכרה אך הוא היה חלש מאוד והתקשה לשתף פעולה. בבדיקה הנשימתית כוח הגפה העליונה היה 0/5, תנועתיות בית חזה הייתה ירודה מאוד וחלה ירידה משמעותית בתנועת הסרעפת בהסתכלות. בהאזנה, כניסת האוויר הייתה מופחתת מאוד בבסיסי שתי הריאות ובחלק מן האונה העליונה של הריאה השמאלית (lingula).

הרושם היה כי עיקר הבעיה היא חולשה שנרכשה בטיפול נמרץ (ICU acquired weakness), כולל חולשה של שרירי הנשימה,

פגיעות טראומה רב-מערכתית, אשר כרוכות לעתים בהנשמה ממושכת, מטופלות ביחידות לטיפול נמרץ על ידי צוותים רב-מקצועיים. צוותי פיזיותרפיה הם חלק אינטגרלי מתהליך הטיפול והשיקום של המטופלים האלה.¹ פיזיותרפיסט הינו קלינאי המעריך את מצב החולה באמצעות בדיקה פיזיקלית. בשנים האחרונות הוכנסה לסל הבדיקות טכניקת על-קול (ultrasound), המאפשרת הדמיה בזמן אמת של פתולוגיות מגוונות, וכן תגובה בזמן אמת למגוון טיפולים.^{2,3}

להלן יוצג תיאור מקרה של חייל צעיר, אשר התקבל ליחידה לטיפול נמרץ לאחר פגיעה טראומתית רב-מערכתית קשה. הוא עבר תקופת ממושכת של הרדמה והנשמה, ולאחר מכן החל בתהליך שיקום הכולל גמילה מן ההנשמה. כחלק מתהליך הגמילה נערכה בדיקת אולטרסאונד של הריאות ושל הסרעפת בריאות מאפשרת הערכה מהירה ובלתי פולשנית של מצבים פתולוגיים שונים באמצעות אולטרסאונד ליד מיטת החולה.^{4,5} בבדיקה נעשית סריקה שיטתית של אזורי החזה הקדמיים, הצידיים והאחוריים, תוך שימוש במתמרים שונים.

במהלך הסריקה מוערכים כמה אלמנטים מרכזיים: שלמות ותנועתיות קו הפלאורה, נוכחות A lines, קווים אופקיים שהינם הארטיפקט הנוצר באולטרסאונד בנוכחות אוויר בריאות או B lines, קווים אנכיים שהם עדות לנוכחות של אוויר יחד עם נוזל בריאה. כמו כן, ניתן לזהות תפליט פלאורלי, אזורי תמט ריאתיים ואת מידת התנועתיות של הסרעפת. ממצאים אלה מספקים אינדיקציה למצב הריאתי של המטופל בזמן אמת. יתרונה החשוב של השיטה נעוץ ביכולתה לספק דימות מדויק בזמן אמת אשר הופך אותו לכלי משלים חשוב לבדיקות הפיזיקליות ולשאר אמצעי ההערכה הנשימתיים של הפיזיותרפיסט ועשוי לשפר את תהליך קבלת ההחלטות הקליניות לקראת הטיפול.

תיאור המקרה

לוחם בן 21 נפצע מפגיעת הדף במהלך פעילות מבצעית. הוא אושפז ביחידה לטיפול נמרץ כללי במשך עשרה שבועות. הפצוע פונה באופן מוסק למרכז הרפואי האוניברסיטאי סורוקה והתקבל לחדר הטראומה כשהוא מורדם ומנושם.

תמונה 2: דימות POCUS של הריאה השמאלית ZONE 6 שבו נראה תפליט פלאורלי ותמט של הריאה



תמונה 3: שיקוף רנטגן של הריאות, שהדגים תפליט פלאורלי קטן בריאה השמאלית



שהיא תופעה מוכרת שבבסיסה מיפותיה ונוירופתיה על רקע הרדמה והנשמה ממושכות.⁶

כחלק מתהליך הגמילה מן המכשיר, הונשם המטופל בשיטת PSV ו-ASV (Adapted Support Ventilation) וחובר ל-High Flow המסופק ממכונת ההנשמה דרך הטריכאוסטום עם חמצן ברמה של 40-80 אחוזים לסירוגין. נעשו שישה ניסיונות לגמילה מן ההנשמה. בכל פעם שהמטופל הועבר לתמיכת High Flow בלבד התייצג עם תמונה של התעייפות מהירה אשר התבטאה בנשימה מהירה בקצב של עד 30 נשימות בדקה, בהרחבת האישונים ובזיעה מרובה שהעידו על מצוקה נשימתית.

בשלב ההנשמה והגמילה מן ההנשמה התמקד טיפול הפיזיותרפיה בפעולות כגון: הפעלה פסיבית של הגפיים, תרגול נשימתי בסיסי ובו עידוד לנשימות עמוקות ועידוד להפעלת שרירי הנשימה - הסרעפת והשרירים הבין-צלעיים, וזאת כדי להגדיל את תנועתיות בית החזה. כמענה לירידה בנפחי הריאה (כ-500-580 מ"ל) הוחל טיפול באמצעות Intrapulmonary Percussive Ventilator (IPV) בקצב של 300 פעימות בדקה ובלחץ עבודה של 40 PSI, פעמיים ביום למשך 20 דקות בכל פעם. למרות הפיזיותרפיה הנשימתית המאומצת והנמרצת, ניסיונות הגמילה מן המנשם הביאו לזמני ניתוק של דקות מעטות עד שעות ספורות בלבד. במקביל, התרשם הצוות כי המטופל סובל מחרדה אשר מקשה את הגמילה מן ההנשמה.

בשל חוסר ההתקדמות בטיפול, הפיזיותרפיסטית שילבה את בדיקת ה-POCUS בבדיקה היומית. הבדיקה הדגימה שילוב של שני ממצאים: תפליט פלאורלי גדול סביב הריאה השמאלית (תמונה 2) וכן תפקוד ירוד של הסרעפת הימנית שהתבטא בהיעדר תנועתיות של הסרעפת באופן כמעט מוחלט. הממצא של תפליט פלאורלי סביב ריאה שמאל היה ידוע מצילום P-A שנערך למטופל (תמונה 3). הצילום הראה תפליט קטן שלא שיקף את ממדיו האמיתיים שהודגמו בסריקת האולטראסאונד. נוסף על כך, לא אובחן תפקודה הירוד של סרעפת ימין עד בדיקה זו.

במקרה המתואר שימוש ב-POCUS סיפק תמונה ברורה של הפתופיזיולוגיה בזמן אמת, ותרם לאבחון ולטיפול מדויקים יותר. המקרה הזה ממחיש את יתרונותיה של הטכנולוגיה הזמינה לצד מיטת החולה עבור הפיזיותרפיסט העובד ביחידה לטיפול נמרץ.

שיקום נשימתי בקרב חולים המאושפזים ביחידות טיפול נמרץ הוא רכיב מרכזי בתהליך ההחלמה.⁸ הפיזיותרפיסט כקלינאי הוא חלק חשוב מהצוות הרב-מקצועי במסגרת זו. הפיזיותרפיסט עושה הערכה מקיפה של מצבו הנשימתי והתפקודי של המטופל, הכוללת הסתכלות, מישוש, ניקוש והאזנה. על בסיס ממצאי ההערכה נבנית תוכנית טיפול אישית, הכוללת טכניקות לשיפור האוורור הריאתי, ניקוז הפרשות ושמירה על נפחי ריאה תקינים. הפיזיותרפיסט, המתמקד בחיזוק שרירי הנשימה, בשיפור נפחי הריאה ובהעלאת התפקוד הכללי של המטופל, תורם לתהליך הגמילה מן ההנשמה המכנית.

השימוש ב-POCUS על ידי פיזיותרפיסטים צובר תאוצה והופך לכלי חשוב במיוחד עבור המטופלים ביחידה לטיפול נמרץ.^{10,9} שימוש במכשיר האולטרסאונד מאפשר להעריך את מצבו הנשימתי של המטופל, וכפועל יוצא מכך להביא לשיפור בקבלת החלטות קליניות. הטכנולוגיה מאפשרת זיהוי מדויק של נוזל פלאורלי, תמט ריאתי, קונסולידציה ריאתית ואף תנועתיות ירודה של הסרעפת.¹¹ יתר על כן, כאשר ההערכה באמצעות ה-POCUS נעשית תוך כדי טיפול הפיזיותרפיה אפשר להעריך בזמן אמת את תגובת המטופל לטיפול. הערכת הסרעפת באמצעות בדיקת אולטרסאונד הינה ייחודית משום שזו בדיקה הבודקת את תפקוד הסרעפת, ניתנת למעקב ומאפשרת להעריך את יעילות ההתערבות לאורך זמן. נוסף על כך, זהו כלי אבחון שאינו פולשני, אינו פולט קרינה ובטיחותי מאוד בשימוש.¹¹

קיימים אתגרים גדולים בשילוב POCUS בפיזיותרפיה, והעיקריים שבהם: היעדר של מסגרת הכשרה מוסדרת ושל מדיניות המגדירה מי רשאי לבצע את הבדיקה בצד היעדר

לאחר דיון צוות רב-תחומי ולאור הממצאים בוצע ניקור פלאורלי שניקז 1.2 ליטרים של נוזל. פעולה זו הביאה לשיפור דרמטי ביכולת הנשימה העצמונית של המטופל. יום לאחר הניקוז נותק המטופל סופית מן המנשם והחל לנשום בתמיכה של High Flow דרך הטרכיאוסטום בקצב של 20-17 נשימות בדקה, ללא כל קושי וללא מצוקה נשימתית או חרדה. בשלב זה התמקדה הפיזיותרפיה בטיפול באמצעות IPV כדי לסייע בפתיחת הריאה שהייתה בתמט זמן רב, וכן באמצעות Inspiratory Muscle Trainer (IMT) כדי לחזק את הסרעפת ואת שרירי הנשימה הבין-צלעיים; במקביל נעשה תרגול אקטיבי של הגפיים. יעילות הטיפול ב-IMT נמדדה על ידי MIP (Maximal Inspiratory Pressure) (טבלה 1) שהוא מדד ששקול לכוח שרירי השאיפה.⁷ לאחר שישה ימי טיפול מרגע הניקוז הפלוראלי נגמל המטופל מהקנולה בפיוס הקנה, בוצעה הוצאת הקנולה, והוא נתמך על ידי משקפי חמצן מסוג High Flow. בהמשך עבר למשקפי חמצן בלבד. כעבור חמישה ימים נוספים שוחרר לשיקום אורתופדי.

טבלה 1: שינוי יומי במדדי ה-MIP במהלך טיפול הפיזיותרפיה

דוח מתן החמצן	MIP Maximal Inspiratory Pressure	תאריך
High Flow דרך טריכאוסטומיה	6	23.07.24
High Flow דרך טריכאוסטומיה	15	24.07.27
High Flow דרך טריכאוסטומיה	20	25.07.24
משקפי חמצן מסוג High Flow	9	27.07.24
משקפי חמצן מסוג High Flow	13	28.07.24
משקפי חמצן מסוג High Flow	13	29.07.24
משקפי חמצן	26	05.08.24
משקפי חמצן	27	06.08.24

מקורות

1. Leech M, Bissett B, Kot M, Ntoumenopoulos G. Lung ultrasound for critical care physiotherapists: a narrative review. *Physiother Res Int*. 2015 Jun;20(2):69-762.
2. Strike K, Chan AKC, Maly MR, Newman ANL, Solomon P. Physiotherapist performed Point of Care Ultrasonography (POCUS): a scoping review of 209 studies. *Physiotherapy*. 2023 Jun;119:34-43.
3. Smith M, Hayward S, Innes S. A proposed framework for point of care lung ultrasound by respiratory physiotherapists: scope of practice, education and governance. *Ultrasound J*. 2022 Jun 16;14(1):24.
4. Ntoumenopoulos G, Pizimolas GA, Mani S, Hayward S, Lockstone J. Lung Point of Care Ultrasound (POCUS) in Cardiorespiratory Physiotherapy and Respiratory Therapy Practices: Current Status and Future Directions. *POCUS J*. 2024 Nov 15;9(2):9-11.
5. Boussuges A, Rives S, Finance J, Brégeon F. Assessment of diaphragmatic function by ultrasonography: Current approach and perspectives. *World J Clin Cases*. 2020 Jun 26;8(12):2408-2424.
6. Petrucci M, Gemma S, Carbone L, Piccioni A, Della Polla DA, Simeoni B, Franceschi F, Covino M. ICU-Acquired Weakness: From Pathophysiology to Management in Critical Care. *Emergency Care and Medicine*. 2025; 2(1):4.
7. Bissett B, Leditschke IA, Green M, Marzano V, Collins S, Van Haren F. Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians. *Aust Crit Care*. 2019 May;32(3):249-255.
8. Hiser SL, Casey K, Nydahl P, Hodgson CL, Needham DM. Intensive care unit acquired weakness and physical rehabilitation in the ICU. *BMJ*, 2025;388:e077292.
9. Ntoumenopoulos G, Le Neindre A. Intensive care physiotherapists should be using point of care ultrasound (POCUS). *ICU Management & Practice*, 2021,21(2):107-111
10. Vieira R, Segura-Grau E, Magalhães J, Dos Santos J, Patrão L. Lung ultrasound as a tool to guide respiratory physiotherapy. *J Clin Ultrasound*. 2020 Sep;48(7):431-434.
11. Le Neindre A, Hansell L, Wormser J, Gomes Lopes A, Diaz Lopez C, Romanet C, Choukroun G, Nguyen M, Philippart F, Guinot PG, Buscher H, Bouhemad B, Ntoumenopoulos G. Thoracic ultrasound influences physiotherapist's clinical decision-making in respiratory management of critical care patients: a multicentre cohort study. *Thorax*. 2023 Feb;78(2):169-175.

מנטוריוג מקצועי מתמשך וזמן מספיק לפיתוח מיומנויות מעשיות לאחר ההכשרה.

סיכום

עבור הפיזיותרפיסט העובד ביחידה לטיפול נמרץ השימוש ב-POCUS מסייע לאבחן במהירות מצבים פתולוגיים במערכת הנשימה ובכך להתאים מיידיית ובאופן ממוקד את ההתערבויות הרפואיות והפיזיותרפיסטיות. מחקרים קודמים המחישו כיצד השימוש ב-POCUS מקצר את משך הזמן לאבחון בעיות נשימתיות, מונע הדמיות מסורתיות מיותרות, כגון CT, ומסייע בקבלת החלטות טיפוליות עבור הפיזיותרפיסטים ועבור כלל הצוות ביחידה לטיפול נמרץ.

בישראל ההכשרה בשיטה זו ניתנת כיום בעיקר לרופאים ולכן קיים צורך ממשי בפיתוח מסלול הכשרה מעשית שהוא ייעודי לפיזיותרפיסטים. יוזמה זו תאפשר הטמעה רחבה יותר של השיטה בשדה הקליני, ותגדיל את מספר המנטורים שיכולים להדריך ולהכשיר דור נוסף של משתמשים בכלי זה.

POCUS - Beyond Touch: A case report

Adi Pauker BPT¹, Amit Frankel MD^{2,3},
Galia Karp Kahana MD², Avi Barash MPT⁴

- 1 Physiotherapy Service, General Intensive Care Unit, Soroka University Medical Center.
- 2 Division of Anesthesiology and Intensive Care, Soroka University Medical Center
- 3 Faculty of health sciences, Ben Gurion University of the Negev
- 4 Physiotherapy Service, Soroka University Medical Center

Abstract

Background: Patients with multi-system trauma who are admitted to intensive care units (ICUs) often require prolonged mechanical ventilation and complex respiratory rehabilitation. In recent years, physiotherapists have increasingly incorporated Point of Care Ultrasound (POCUS) into bedside assessment, allowing real-time visualization of pulmonary and diaphragmatic function. This tool enhances clinical decision-making, helps identify barriers to weaning, and enables immediate treatment adjustments.

Objectives: To present a clinical case that demonstrates the added value of POCUS performed by physiotherapists in an ICU setting, emphasizing its contribution to diagnosis, treatment decisions, and the respiratory weaning process.

Methods: A 21-year-old male combat soldier sustained severe blast injuries and was admitted to the general ICU following multiple surgeries and a prolonged period of mechanical ventilation. During the weaning phase, physiotherapy assessment included bedside POCUS evaluation of the lungs

and diaphragm to identify physiological limitations and optimize therapeutic interventions.

Results: POCUS revealed a large left pleural effusion and markedly reduced right diaphragmatic movement. Following a multidisciplinary discussion, 1.2 liters of pleural fluid were drained, leading to a significant improvement in spontaneous breathing. The patient was successfully weaned from mechanical ventilation and later from the tracheostomy. Targeted respiratory physiotherapy using Intrapulmonary Percussive Ventilation (IPV) and Inspiratory Muscle Training (IMT) contributed to recovery and functional improvement, allowing transfer to an orthopedic rehabilitation ward.

Conclusions: Integrating POCUS into physiotherapy practice in the ICU enables accurate real-time assessment of respiratory function, supports timely and evidence-based decision-making, and may improve clinical outcomes. The case highlights the potential of physiotherapist-performed POCUS as a practical, accessible, and impactful bedside tool that strengthens multidisciplinary collaboration and enhances the quality of care in critical care settings.

Keywords: Respiratory physical therapy, intensive care, POCUS, diaphragm, mechanical ventilation weaning, respiratory assessment, critical care, ultrasound