

**Pinchas Halpern, MD**  
Chair, Emergency Department, Tel Aviv  
Medical Center - Ichilov Hospital  
Specialist in Emergency Medicine,  
Anesthesiology, Intensive Care, Diving and  
Hyperbaric Medicine  
15 Akiva Street, Raanana 43260, Israel  
Tel: +972-9-7488969 Fax: +972-9-7442143

רישיון מספר 16786  
[hpinnv@012.net.il](mailto:hpinnv@012.net.il)

**ד"ר פנחס הלפרן**  
מנהל המחלקה לרפואה דחופה – מיון,  
מרכז רפואי ת"א - איכילוב  
מומחה ברפואה דחופה, בטיפול נמרץ,  
בהרדמה, ברפואת צלילה והיפרבארית  
עקיבא 15, רעננה 43260  
טל: 09-7488969 פקס: 09-7442143

8 במרץ 2007

## חוות דעת בנושא סכנות חנק בממ"ד (מרחב מוגן דירתי)

### כללי:

בעת התקפה על העורף בנשק קונבנציונלי או בחומרי לחימה כימיים (חל"כ), מונחה האוכלוסייה להסתגר במרחבים מוגנים.

הממ"ד בהיותו מרחב מוגן הינו מטבעו מנותק מהאטמוספירה החיצונית ואין בו תחלופת אוויר, למעט אם קיימת בהם מערכת המזרימה ומפנה אוויר נקי ומסונן.

**מרחב מוגן אטום (ממ"ד) אמנם מגן מפני חדירת חל"כ אך יוצר באותה עת סיכון חדש:  
חנק ממחסור בחמצן או נזק מהצטברות דו תחמוצת הפחמן (CO2) עד כדי סכנת מוות.**

### ניתוח פיזיולוגי:

#### **כמות החמצן:**

באוויר נקי יש 21% חמצן ואין כלל CO2. ממ"ד תקני בשטח 5 מ"ר מכיל 12,000 ליטר אוויר כשהוא ריק. כששהים בו 5 אנשים ובד"כ גם עוד ציוד (ויש לציין כי רבים משתמשים בו בפועל כמחסן ויש בו ארון, מיטות, ריהוט וכד'), נשארים בו 10,000 ליטר אוויר לכל היותר.

ב 10,000 ליטר יש 2,000 ליטר חמצן. הריכוז המינימאלי של חמצן המותר לאדם בריא הינו 11% ואילו לאנשים הלוקים בריאותיהם או בליבם הריכוז המותר הינו גבוה בהרבה ועומד על 15% לפחות.

#### **תצרוכת החמצן ויצור ה CO2:**

אדם בוגר צורך במנוחה כ 0.2 ליטר חמצן לדקה או 12 ליטר לדקה. אדם בלחץ יכפיל את קצב ניצול החמצן לכדי 20 ליטר לדקה לפחות. עליית חום הסביבה בממ"ד (צפוי מאד בקיץ וגם במקרה שמספר אנשים מצטופפים בשטח קטן) תעלה במהירות ובאופן דרמטי את קצב ניצול החמצן ואת קצב ייצור ה CO2 במקביל. אדם בוגר מייצר כמות דומה של CO2, כלומר כ 20 ליטר לשעה לפחות.

#### **משך שהייה אפשרי בממ"ד:**

חמישה אנשים בממ"ד יצרכו 100 ליטר חמצן לשעה (לפחות) וייצרו כמות מקבילה של CO2. בהתאם לאמור לעיל, יגיע ריכוז החמצן לרמה המינימלית הנדרשת לאדם של 15% אחרי 5 שעות או פחות ולרמה של 11% אחרי 9 שעות או פחות.

במקביל, יעלה ריכוז ה CO2 בקצב של 1% לשעה. לפי תקנים אמריקאים (OSHA ו CDC) מותר להיחשף לריכוז של 3% למשך 15 דקות. ארגון יצרני גזים דחוסים בארה"ב פרסם טבלה הקובעת כי ריכוז CO2 ברמה של 2% מותר לחשיפה ל- 60 דקות וריכוז ברמה של 3% ל 20 דקות ואת משך זמן החשיפה המקסימאלית המותרת של 10 דקות לריכוז של 4% CO2.

ערכים אלה נכונים באנשים בריאים ואילו בחולי לב או ראות, הריכוז המותר וזמן החשיפה המותר חמורים בהרבה.

### מכל האמור לעיל עולה כי

**בממ"ד תקני בו שוהים 5 אנשים, יגיעו התנאים הפיזיולוגיים מבחינת ריכוז CO2**

**לרמה בלתי בטוחה אחרי 3 שעות לכל היותר.**

בתסריטי אמת, במצב של חרדה, חום סביבתי מעיק ולחות עולה, וכמוכן לאור הסיכוי הסטטיסטי ששוהה בממ"ד גם בן משפחה קשיש וחולה, הזמן הבטוח לשהייה בממ"ד מתקצר.

### הפתרון:

הפתרון לאמור לעיל פשוט: יכולת להכניס לממ"ד אוויר צח ומסונן מהסביבה ולפנות אוויר רווי CO2.

ד"ר פנחס הלפרן