פגיעות הדף

פגיעות הדף מוכרות היטב בישראל עקב הניסיון הרב שנצבר בפיגועים. מקורן של פגיעות הדף על פי רוב בפיצוץ. ההבנה של פגיעת הדף חשובה מכיוון שההדף עלול לפגוע בכמה איברים בגוף מבלי שיהיו סימנים חיצוניים. וכמו כן גל ההדף עלול לפגוע בכמה בני אדם בבת אחת. פגיעות ההדף נגרמות בשל פגיעה של גל ההדף בגוף שגורמת לרוב לנזקים פנימיים, ואלו מתגלים לעיתים רק כעבור זמן (על פגיעות הדף ראו התמונות בפרק 2).

גל ההדף נוצר בעת הפיצוץ כשחומר הנפץ עובר ממצב צבירה של מוצק או נוזל למצב צבירה גז במהירות רבה. השינוי במצב הצבירה גורם לפליטת אנרגיה רבה. בשל כך יש עלייה מהירה מאוד בנפח ובלחץ האוויר, ועלייה זו היא הגורמת לרוב הפגיעות.

מנגנון הפגיעה

גל ההדף מתקדם במהירות של 3,000-8,000 מטרים בשנייה. כשגל ההדף פוגע בקיר הוא מוחזר, עוצמתו עולה פי כמה והוא עלול לפגוע בגוף גם מכיוון הפוך לכיוון הפיצוץ. לפיכך פיצוץ במקום סגור קטלני פי כמה מפיצוץ בשטח פתוח.

כמו כן, במרכז הפיצוץ נוצר כדור אש בטמפרטורה של מאות ואלפי מעלות, אשר גם הוא פוגע בגוף. נוסף על כך, כדי להגדיל את הרסס ולגרום לפגיעה קשה אצל נפגעים רבים ככל האפשר, ארגוני טרור מוסיפים למטען הנפץ גם חפצים כגון: מסמרים, ברגים, אומים וכדוריות מתכת, על מנת ליצור פגיעה גדולה יותר.

גל ההדף מורכב משני מופעים:

1) **גל חיובי - גל דחיסה:** זהו גל הדף שנמשך כמה אלפיות השנייה; הוא מגיע ממקור הפיצוץ כלפי חוץ ויוצר לחץ של כמה מאות אטמוספרות. לשם השוואה, מְכל חמצן מלא מכיל כ־130 אטמוספרות.

2) **גל שלילי - גל מעקב:** גל הנמשך מאחורי גל ההדף. עוצמת הגל נמוכה מאטמוספרה אחת. לשם השוואה, בגובה פני הים הלחץ הוא אטמוספרה אחת, ולכן גל המעקב הוא גל יניקה, ההפוך לגל הדחיסה.

הגורמים המשפיעים על מידת הנזק

1) **מהירות גל ההדף** - בפיצוץ יש עלייה מהירה וחדה בלחץ האוויר בשל ההתפשטות המהירה שלו. ככל שמהירות גל ההדף ומהירות העלייה בלחץ האוויר גבוהות יותר, כך תגדל מידת הנזק לגוף. לדוגמה: כשנוחתים במטוס, העלייה בלחץ האוויר מתונה יחסית, ולכן הגוף מסוגל להסתגל לשינוי בלחץ. לעומת זאת בפיצוץ לחץ האוויר עולה במהירות עצומה והוא מגיע לערכים גבוהים מאוד: משתחררת אנרגיה רבה הגורמת נזק לאיברי הגוף.

2) **מקום הפיצוץ** - פיצוץ בחלל סגור עוצמתי פי כמה מפיצוץ בחלל פתוח מכיוון שגלי ההדף מוחזרים מקירות החלל הסגור ופוגעים בנפגע מכיוונים שונים ובעוצמה רבה יותר.

3) **מקום וזווית הנפגע ביחס למקור הפיצוץ** - ככל שהנפגע קרוב למקור הפיצוץ כך הפגיעה תהיה קשה יותר.

סוגי החבלות בפגיעת הדף ופיצוץ

פגיעת ההדף הראשונית

נגרמת מההדף עצמו. פגיעות אופייניות הן באזורים חלולים, למשל בריאות ובאיברי הבטן. כמו כן בפגיעה ראשונית תהיה תלישת גפיים. בגוף יש איברים המכילים אוויר, למשל בריאות ובמערכת העיכול. האוויר הוא תערובת גזים דחיסה המשנה את נפחה בתגובה לשינוי בלחץ המופעל עליו. כאשר גל ההדף פוגע בגוף ועובר דרך חללי האוויר הנמצאים באיברים, הלחץ הגדול גורם תחילה לכיווץ נפח האוויר ומייד לאחריו להרחבה מהירה של הנפח.

ההרחבה המהירה בנפח עלולה לגרום הן לקרעים באיברים המכילים אוויר והן לבועות אוויר גדולות החודרות למערכת הדם וגורמות לתסחיפי אוויר. כמו כן, גל ההדף גורם לטלטול איברי הבטן, למשל טחול, כבד, לבלב וכליות, שאינם מקובעים בחלל הבטן. בשל הטלטול החזק עלולים האיברים האלה להתנתק ממקומם ולגרום לדימומים קשים ובלתי נשלטים לתוך חלל הבטן.

כמו כן, גל ההדף יכול לגרום לשברים מרוסקים בייחוד בעצמות גליליות ולקריעה של העור סביב השברים וחמור מזה עד לסכנת קטיעת גפיים.

פגיעת ההדף השניונית

נגרמת בעת שחפצים עפים ופוגעים בגוף כגון: מסמרים, שברי זכוכית. כלומר היא נגרמת מחפצים שגל ההדף העיף אותם ממקום הפיצוץ או שהיו מוצמדים למקור הפיצוץ, וכן מרהיטים או אבנים שעפו ממקומם. פגיעות ההדף השניוניות מתאפיינות בפציעות חודרות, הדומות לפגיעות מקליעים.

פגיעת ההדף השלישונית

נגרמת אם הנפגע עצמו עף בשל ההדף ופוגע בחפצים או ברצפה. פגיעה זו נגרמת כאשר הנפגע קרוב יחסית למקור הפיצוץ וגל ההדף מספיק חזק כדי שיוכל להרים את הנפגע ולהעיף אותו למקום מרוחק יותר. הפגיעה השלישונית נגרמת בשל הטחת הגוף בקיר, בחפצים או בקרקע.

פגיעת ההדף הרביעונית

פגיעה זו נגרמת מכוויות מגזים חמים או מחומרים כימיים בפצצה, בסביבה או שנגרמו עקב הפיצוץ. פגיעת הדף רביעונית מתייחסת לכל שאר הפגיעות שלא הוזכרו בשלושת סוגי הפגיעות שהוזכרו. למשל פגיעה תרמית (פגיעות חום). עקב הפיצוץ נגרמות כוויות הבזק, שהן פגיעות חום רב למשך זמן קצר, בייחוד באזורים החשופים של הגוף שאינם מכוסים בבגדים.

ייתכן שהפיצוץ יגרום להתלקחות של בגדים או שתיווצר שריפה במקום וכך ייגרמו כוויות רגילות. אפשרות נוספת לפגיעה רביעונית היא שאיפת עשן או חומרים רעילים אחרים בשל הפיצוץ.

רוב נפגעי ההדף סובלים משילוב של ארבע הפגיעות.

הטיפול בנפגעי הדף

הטיפול בנפגעי הדף דומה לטיפול בנפגע טראומה: סבב ראשוני ושניוני לפי סכמת PHTLS.

נדרשת תשומת לב מיוחדת לכמה מאפיינים:

1) **בטיחות -** בפגיעות הדף במיוחד יש לשים לב למתאר השטח ולבטיחות הצוות. כמו כן, יש לשים לב להימצאות של חומרים רעילים בזירת האירוע.

2) **עצירת דימום -** חיצוני, כמקובל, בהקדם האפשרי.

3) **מתן חמצן -** לכל אדם במצוקה נשימתית או החשוד לבארוטראומה (barotrauma) ריאתית.

4) **טיפול בפגיעות משולבות -** חבלות עמוד שדרה (עמ"ש), חבלות בטן, חבלות חזה, חבלות חודרות, שאיפת עשן, קטיעות וכו'.

פגיעות מעיכה

פגיעת מעיכה נגרמת מלחץ ממושך על הגוף או על איבר בגוף. הפציעה גוררת אחריה סיבוכים מערכתיים רבים. יש להבחין בין נפגע שאיבר בגופו נרמס ועלולים להיות בו שברים מרובים, ובין נפגע שאיבר מגופו היה לכוד תחת משקל כבד זמן ממושך. פגיעות מעיכה נגרמות בדרך כלל בעקבות רעידות אדמה והתמוטטות מבנים, הן נגרמות בתאונות רכבות, בתאונות דרכים שבהן הנפגע לכוד תחת מסה לזמן ממושך. בשל הלחץ על איבר מסוים אספקת הדם לאיבר ולרקמה יורדת או פוסקת לחלוטין. יש להבחין בין פציעת מעיכה לתסמונת המעיכה (הרחבה ותמונות בפרק 2).

מנגנון פציעת המעיכה

פציעת מעיכה

נגרמת עקב הלחץ המכני הממושך המופעל על איבר הגורם בסופו של דבר לנמק.

תסמונת המעיכה

היא מכלול הסיבוכים המערכתיים המשניים לפציעת המעיכה. השרירים עמידים ללחץ מכני זמן קצר יחסית: 30-60 דקות. לאחר זמן זה תאי השריר מתחילים למות ועקב כך משחררים יוני אשלגן, ציטוקינים וחלבון המ־רכיב את השריר הנקרא מיוגלובין באזור המעיכה. לאחר שהאיבר מחולץ מתחת ללחץ שבו שהה משתחררים החומרים האלה מהאיבר שהיה לכוד וחודרים לתוך מחזור הדם בכמות גדולה ובמהירות רבה.

- יוני אשלגן בכמות גדולה עלולים לגרום להפרעות קטלניות בקצב הלב.
- כשהחלבון מיוגלובין משתחרר בכמות גדולה אל מחזור הדם הוא מגיע בסופו של דבר אל הכליות. החלבון פוגע בכליות בשני מנגנונים: בשל היותו חלבון גדול הוא גורם לסתימה של אזור סינון הדם בכליות, ועקב כך לפגיעה בפעילות הכליות (acute tubular necrosis). המנגנון השני הוא רעילות של המיוגלובין לגלומרולים (פקעיות) של הכליות.