

קינמטיקה בטראומה



- קינמטיקה הינה תורה המתארת תנועה של גופים במרחב
- בטיפול בפצועי טראומה הערכת הקינמטיקה תסייע על מנת להעריך את אופן הפגיעה ולסווג את חומרתה
- קויטציה הינה מעבר של אנרגיה קינטית מגוף אחד לשני
- על המטפל לקבל כלים להערכת מנגנון הפגיעה על מנת לסווג את חומרתה ולגבש חשד לפגיעות אפשריות



החוק הראשון של ניוטון:

- כל גוף במנוחה יישאר במנוחה וכל גוף בתנועה יישאר בתנועה כל עוד לא הופעל עליהם כוח חיצוני

חוק שימור האנרגיה:

- אנרגיה אינה יכולה להיווצר או להיעלם, אלא רק לשנות את צורה אנרגיה קינטית- מהירות מול מסה:

$$KE = \frac{m}{2} \times v^2$$

$$מַהִירוּת^2 \times \frac{מסה}{2} = אנרגיה קינטית$$

נוסע השוקל 60 ק"ג הנוסע במהירות של 40 קמ"ש (11 מטר/ שנייה)

$$K_e = \frac{60}{2} \times 11^2 = 3630 \text{ joul}$$

נוסע השוקל 80 ק"ג הנוסע במהירות של 40 קמ"ש (11 מטר/ שנייה)

$$K_e = \frac{80}{2} \times 11^2 = 4840 \text{ joul}$$

נוסע השוקל 60 ק"ג הנוסע במהירות של 50 קמ"ש (14 מטר/ שנייה)

$$K_e = \frac{60}{2} \times 14^2 = 5880 \text{ joul}$$

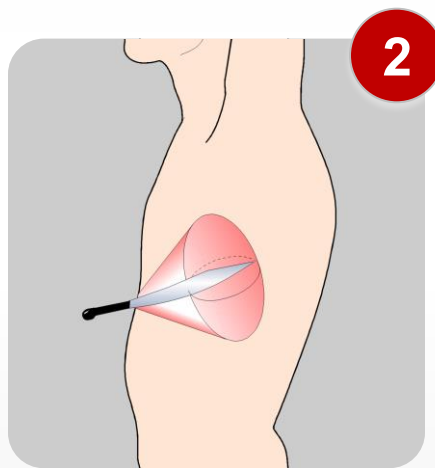
- המהירות היא בעלת החשיבות המרכזית
- ככל שהמהירות עולה, כמות האנרגיה המשתחררת לעבר הנוסע ואיבריו גדולה יותר וכך גם הפגיעה בהם



בהגיענו לזירת האירוע, יש לשאול את השאלות הבאות:

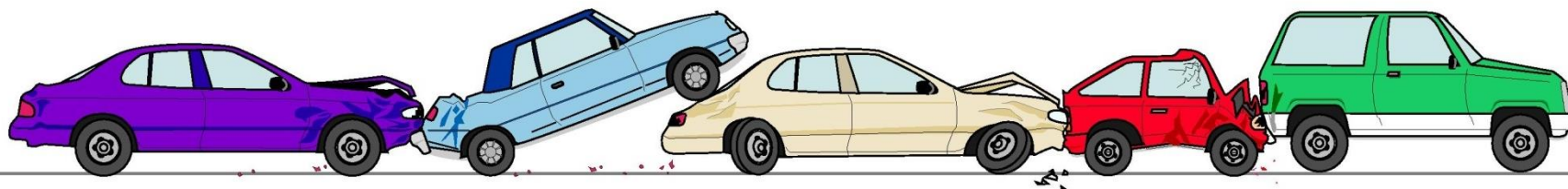
- כיצד נראית הזירה?
- הערכת מהירות?
- מה פגע במה?
- האם השתמשו הנוסעים באביזרי בטיחות (קסדה, חגורת בטיחות, בוסטר)?
- מה היה גובה הנפילה?

- פגיעות קלות - תאונות דרכים, נפילה מגובה, דחיסה, קריעה
- פגיעות חודרות - ירי, דקירה
- פגיעות הדף- פיצוץ



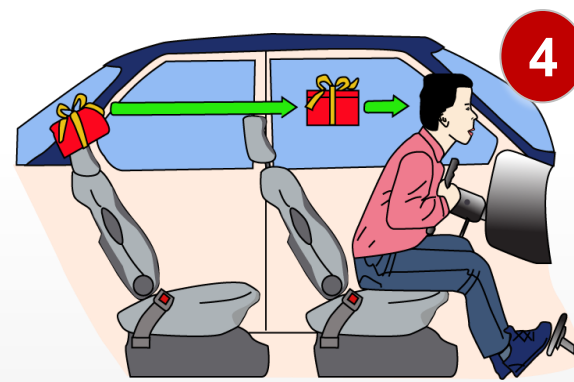
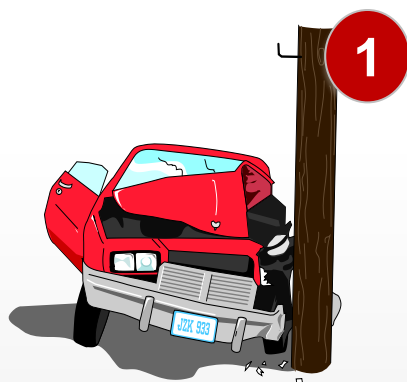


- על פי חוקי הפיסיקה, ניתן להבין שהנוסע סופג את אותם כוחות שסופג הרכב ולכן קיימת חשיבות רבה להעריך את הנזק שנגרם לרכב משום שצורת ההתנגשות יכולה לעזור להעריך פגיעות אפשריות



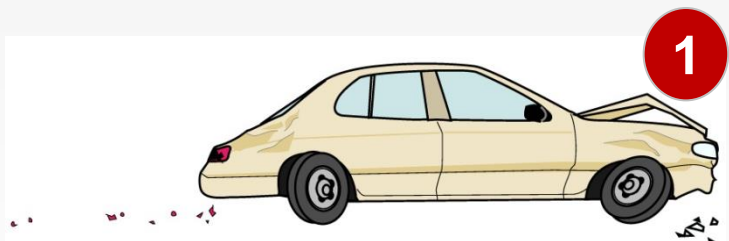
שלבי התנגשות כלי רכב

- התנגשות כלי הרכב בעצם חיצוני
- התנגשות הנוסעים בדופן הפנימית של הרכב
- התנגשות האיברים הפנימיים בדופן הפנימי של חללי הגוף
- בנוסף, קיימת סכנה לפגיעה שניונית מחפצים חופשיים ברכב





סוגי תאונות דרכים



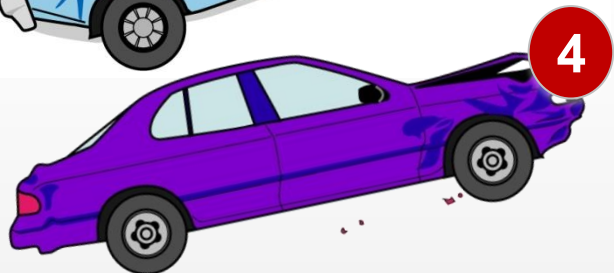
1. התנגשות חזיתית



2. התנגשות צידית



3. התנגשות אחורית



4. התנגשות סיבובית

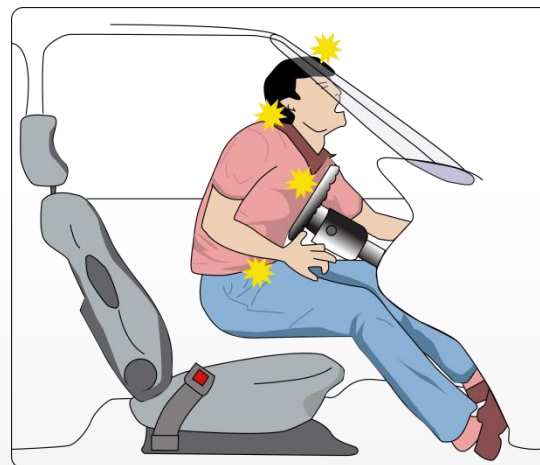
זה עניין של חיים

- אופי הפגיעה ברכב יעיד על מהירות הנסיעה
- אם הנוסע לא היה חגור, הפגיעה תהיה חמורה יותר ובהתנגשות חזיתית הנוסע עלול לנוע קדימה בשני מסלולים אפשריים:

מסלול תחתי



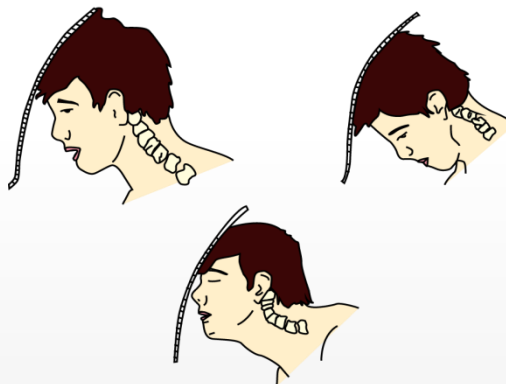
מסלול עילי



- הנהג נועל את רגליו באופן אינסטינקטיבי בציפייה להתנגשות
- הגוף ממשיך לנוע לפנים ולמעלה בגלל התנגשות הרגליים
- הראש מכה בשמשת הרכב- סימן אופייני לפגיעה זו הוא שבר בצורת קורי עכביש בשמשה הקדמית של הרכב



סימן קורי עכביש על שמשת הרכב

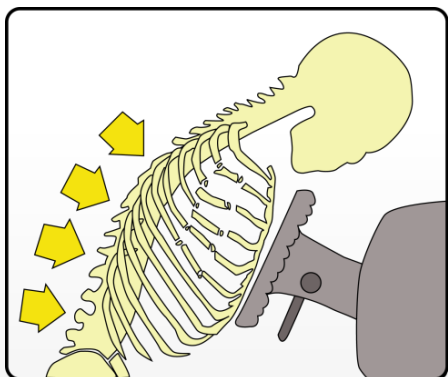


פגיעה בעמוד השדרה הצווארי

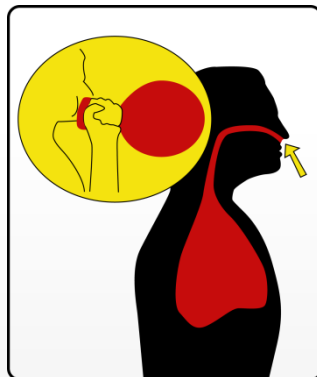


הראש מכה בשמשת הרכב

- בית החזה מתנגש בחלקו העליון של ההגה וכתוצאה מכך עלולות להיגרם פגיעות חזה
- בנוסף, עלולה להתרחש תסמונת שקית הנייר בה בתגובה לאירוע הנוסע שואף ומחזיק את נשימתו כתוצאה מהבהלה ובעת ההתנגשות הריאות מתפוצצות כמו שקית נייר



חבלת חזה



תסמונת "שקית הנייר"



- ייתכנו שברים בברכיים כתוצאה מההתנגשות בחלק התחתון
- קיימת סכנה לפגיעת בטן כתוצאה מפגיעת ההגה בבטן וכתוצאה מכך סכנה לקריעת איברים חלולים וניתוק איברים תלויים
- הסרעפת עלולה להיקרע מהלחץ הרב שיופעל עליה



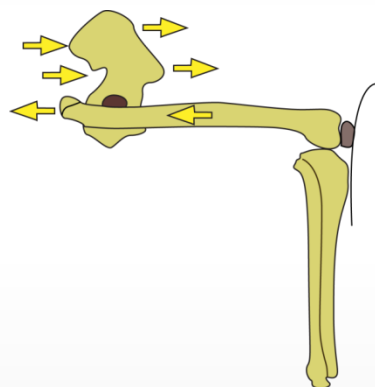
מסלול עילי

זה עניין של חיים

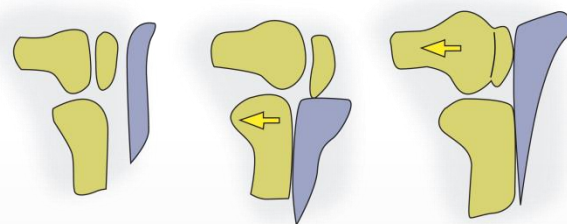
- הברכיים יתנגשו בעצם שלפניהם וכתוצאה מכך עלולים להיגרם שברים בגפיים תחתונות ודחיסת עצמות הירך לאגן



פריקה של הירך והברך



פריקה של הירך

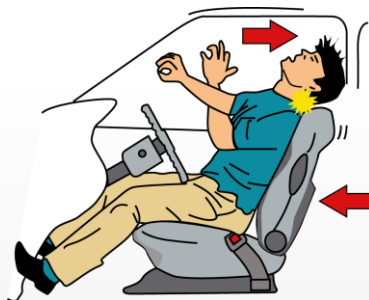


פריקה של הברך

- בהתנגשות אחורית הרכב הנפגע נדחף לפנים בפתאומיות ע"י עצם בעל מהירות גבוהה יותר שהתנגש באחורי הרכב
- גוף הנוסע ישאף להישאר במקומו הקודם, אך במהרה מושב הרכב מעיף אותו לפנים ולאחר מכן הנוסע מועף לאחור



הנוסע עף קדימה

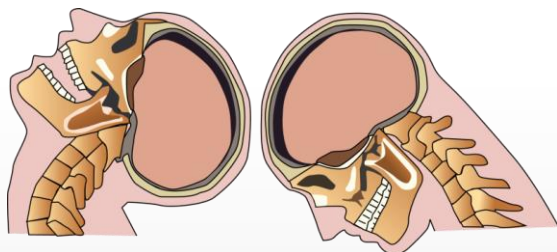


הנוסע עף לאחור



התנגשות חזית-אחור

- בפגיעה זו הצוואר נמתח ומתכוּפּף לאחר בעוצמה
- הכיפוף הקיצוני אחורה ולאחר מכן קדימה, יגרום נזק לרקמות ולחוליות הצוואר ולהופעת כאבים עזים
- אם משענת הראש אינה קיימת או אינה בגובה המתאים הפגיעה תהיה חמורה יותר



מנגנון "צליפת שוט" - Whiplash



פגיעה כאשר יש
משענת אחורית

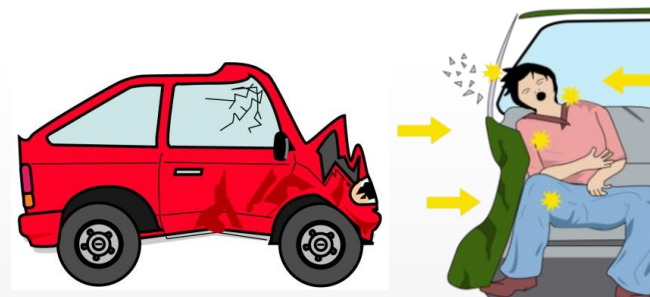


פגיעה כאשר אין
משענת אחורית

יותר

בהתנגשות צידית ישנם שני סוגים של פגיעות אופייניות:

- תנועה סיבובית של הרכב
- פגיעה בגוף כתוצאה מדחיסת צידי הרכב
- כמות החומר בין נקודת הפגיעה ברכב לנוסע היא קטנה
- האנרגיה תגיע מהר יותר לנוסע מאשר בהתנגשות חזיתית בה האנרגיה עוברת קודם כל אל הפגוש או המנוע של הרכב



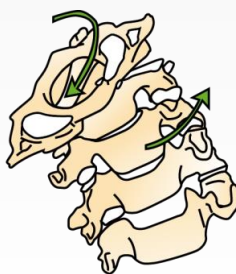
פגיעה צידית

פגיעות האופייניות:

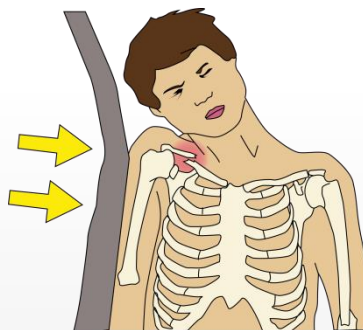
- חבלות ושברים בגולגולת
- פגיעה בעמוד השדרה הצווארי
- שברים בצלעות ובעצם הבריח
- פגיעות בטן ואגן
- פגיעות בעמוד השדרה
- פגיעות בגפיים



פגיעה בעמוד השדרה הצווארי



פגיעה בצלעות



פגיעה בעצם הבריח



פגיעה באגן

- הרכב מקבל מכה באחת מהפינות וכתוצאה מכך מסתובב עד לעצירתו

פציעות אופייניות:

- פגיעות ראש

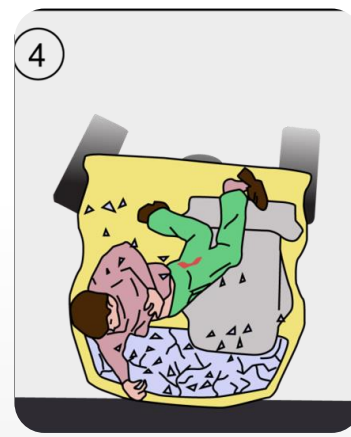
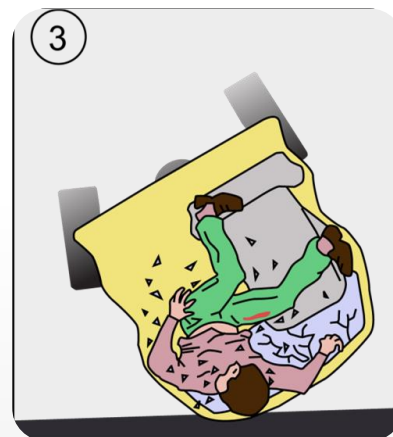
- פגיעות חזה

- פגיעות עמוד שדרה

- בנוסף, יתכנו פציעות האופייניות להתנגשות צידית וחזיתית עקב ההאצה של הרכב לשני כיוונים בו זמנית



- בהתהפכות לעומת התנגשות סיבובית, הפגיעות עלולות להיות חמורות ביותר עקב החבטות שהנוסעים סופגים בכל גלגול של הרכב
- המנגנון משולב: קידמי, צידי, סיבובי ועליון



שלבי הפגיעות כתוצאה מהתהפכות כלי רכב

זה עניין של חיים



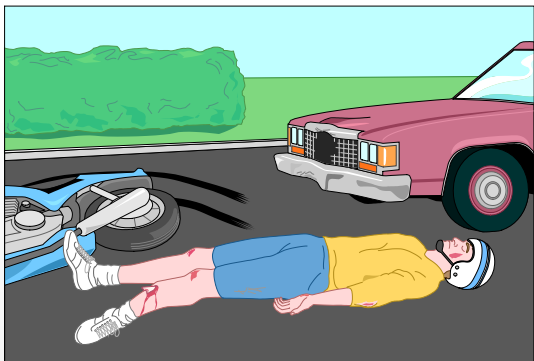
- חגורת הבטיחות מפחיתה באופן משמעותי את הפציעות הנגרמות על ידי התנגשות בדפנות הרכב ובמיוחד את הסיכוי לעוף מהרכב
- חגורת בטיחות, הנחגרת בצורה נכונה, סופגת את האנרגיה של הגוף הנזרק קדימה
- הסיכוי למוות גדול פי 6 בקרב נפגעים שעפו מרכבם מאשר נפגעים שנשארו ברכב



חגורת בטיחות

- כריות אוויר הינן אמצעי בטיחות חשוב בכלי רכב ותפקידן להקטין למינימום את הנזק הנגרם לנהג ולנוסעים כתוצאה מתאונת דרכים
- הכרית מורכבת משקית ניילון קשיחה המחוברת למנגנון ניפוח הכולל מיכל גז דחוס
- המנגנון מבוסס על פיצוץ מבוקר אשר גורם לגז למלא את הכרית בתוך חלקיק שנייה
- חשוב לזכור: אם הנפגע אינו חגור בחגורות בטיחות הוא ייפגע קשות מכריות האוויר בפניו ובחזהו

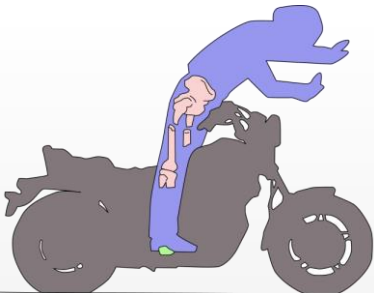
- בתאונות אופנוע סכנת החיים לרוכב גדולה יותר, בדומה לסכנה לנפגע שהועף מהרכב
- רוכב אופנוע עלול להיפגע באופן חמור גם כאשר המהירות נמוכה
- קסדת האופנוען אינה מספקת הגנה על עמוד השדרה הצווארי
- בגדי העור העבים מגנים על שטחי העור החיצוניים בלבד ועלולים להסתיר שברים וחבלות



במקרה של התנגשות חזיתית, חלקו הקדמי של האופנוע נבלם וחלקו האחורי מתרומם

הרוכב נזרק קדימה, מה שעלול לגרום לשברים בירך כתוצאה מהתנגשות הכידון בירכיים

מוטות הכידון עלולים לגרום גם לפגיעות בראש, בחזה, בבטן או באגן



התנגשות אופנוע חזיתית

- **"תסמונת הקליע האנושי"** - כאשר הפצוע מועף מהאופנוע, הראש והקסדה מהווים את מרכז הכובד ומשקולת המושכת את הגוף, במקרה זה תהנה פגיעות ראש ועמש"צ, פגיעות חזה ובטן
- בהתנגשות צידית, רגל הרוכב נכלאת בין גוף האופנוע לרכב הפגיעות האופייניות: פגיעה בגפיים תחתונות, פגיעה שניונית לנפילה



הרוכב מועף מהאופנוע



התנגשות צידית

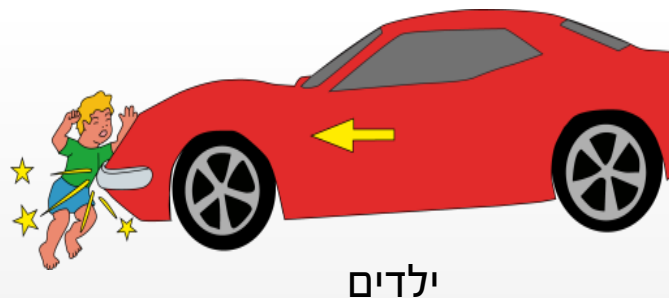
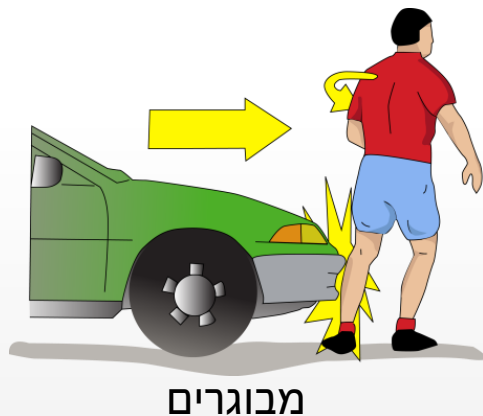


התנגשות צידית



תאונות הולכי רגל

- תאונות הולכי רגל הינן מסוכנות ביותר מכיוון שגוף הפצוע חשוף לחלוטין לפגיע מכלי הרכב ללא כל אמצעי הגנה
- כאשר אדם מבוגר רואה רכב הבא לקראתו, שאיפתו תהיה לברוח מהרכב ולכן הוא ייטה הצידה מהרכב והפגיעה תהיה בצידי הגוף
- לעומת זאת, ילדים יסתובבו עם הפנים לכיוון הרכב כך שהפגיעה תהיה בחזית הגוף



זה עניין של חיים

שלב ראשון

- פגיעה בירכיים או בשוקיים של הנפגע

שלב שני

- הנפגע יפנה לכיוון הרכב הפוגע, הראש והחזה יפגעו בחזית הרכב, מכסה המנוע והשמשה הקדמית (ייתכן ויפיעו שברי קורי עכביש על השמשה הקדמית)

שלב שלישי

- הנפגע יושלך וייגרר על הכביש או יידרס תחת צמיגי הרכב



זה עניין של חיים

שלבי הפגיעה בילד

שלב ראשון

- פגיעה באזור האגן או הירכיים

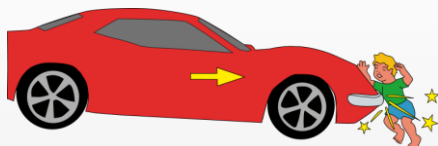
שלב שני

- הנפגע יעוף לכיוון הרכב הפוגע. הראש, החזה והבטן יפגעו במכסה המנוע

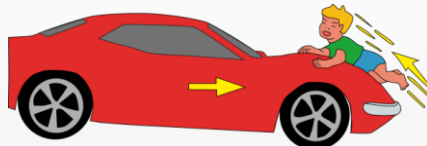
שלב שלישי

- הנפגע יושלך וייגרר על הכביש או יידרס תחת צמיגי הרכב

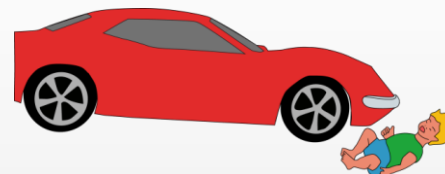
1



2



3



זה עניין של חיים

שאלות רלוונטיות במקרים של נפילה מגובה:

- מאיזה גובה נפל הנפגע?
- על איזה מצע נחת הנפגע?
- איזה איבר פגע ראשון בקרקע?
- האם היו "מעצורים" בדרך?



- באדם מבוגר מרכז הכובד הוא בית החזה, לכן רוב הסיכויים הם שהאדם ייפול על החזה או על הגב
- בתינוקות וילדים קטנים מרכז הכובד הוא הראש, לכן רוב הסיכויים שהאיבר הראשון שיפגע בקרקע יהיה הראש
- פציעתו של נפגע אשר נפל מגובה הגדול פי 3 או יותר מגובהו תוגדר כפציעה קשה

- שברים בעצמות
- קריעה של איברים פנימיים תלויים (כליות, טחול, כבד)
- קריעת כלי דם

פגיעות חודרות נחלקות לשלוש קטגוריות:

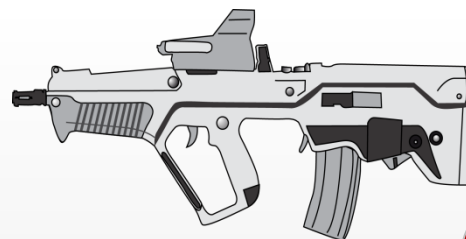
1. אנרגיה נמוכה (סכין, דוקרן, גוף זר חד)
2. אנרגיה בינונית (אקדחים)
3. אנרגיה גבוהה (רובי סער, רובי צייד)



1



2



3

זה עניין של חיים

- פגיעות הדף מתארות את הנזק הנגרם לגוף מעליה וירידה פתאומית בלחץ הסביבתי כתוצאה מפיצוץ
- פגיעות הדף שכיחות במתאר של מלחמה, התקפות טרור ושימוש בחומרים מסוכנים
- לפגיעות הדף קינמטיקה מיוחדת המבדילה אותן מפציעות טראומה אחרות ומתאפיינת בחמישה שלבים



אדם שנחשף לפיצוץ ייפגע מגל הלחץ, מתנועת הגזים, מהירות, עוצמה ואורך חיי הגל התלויים במספר גורמים:

- עוצמת הפיצוץ (כמות וסוג חומר הנפץ)
- מרחק הנפגע ממוקד הפיצוץ
- תווך (חלל סגור, חלל פתוח או מים)
- עצמים מחזירים (קיר, מבנים וכדומה)

- פגיעה ראשונית- נגרמת כתוצאה מגל ההדף עצמו
- פגיעה שניונית- פגיעה מחפצים ומפסולת שמועפים ע"י הפיצוץ
- פגיעה שלישונית- הטחה של הנפגע כלפי חפצים עומדים
- פגיעה רביעית- שאיפת עשן או פגיעות חום
- פגיעה חמישית- פגיעות נלוות כמו חומרים שנוספו למטען (רסיסים, חומרים כימיים וכדומה)

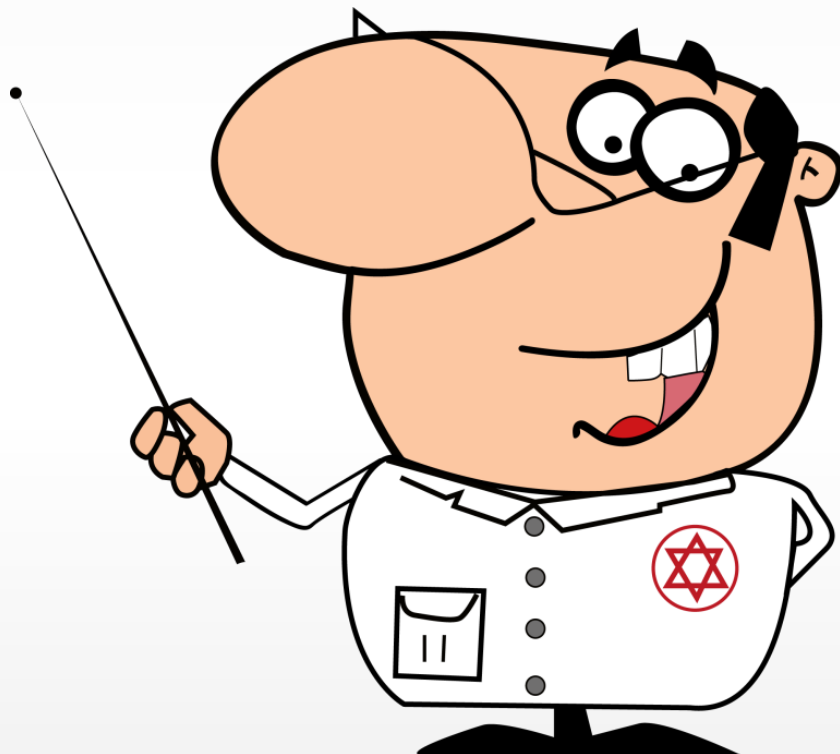


שלבי הפגיעה כתוצאה מהדף

- **שלב ראשון:** קטיעות איברים, דימומים בריאות, תסחיפי אוויר, חזה אוויר, ניקוב איברים, פגיעה בעור התוף, קריעת כלי דם קטנים
- **שלב שני:** פציעות חודרות, חתכים ושברים, פגיעות עיניים
- **שלב שלישי:** חבלות קהות בהתאם למקום ההטחה
- **שלב רביעי:** שאיפת עשן ופגיעות חום, כוויות, חנק
- **שלב חמישי:** פגיעות נלוות כתוצאה מחומרים שנוספו למטען



שאלות?



זה עניין של חיים