



הצעת נושא לפרויקט גמר בתכנית מב"ט

1. פרטי התלמיד/ה

שם התלמיד	ת.ז. 9 ספרות	שם תלמיד/ה שותף/ה לפרויקט (במידה ורלוונטי)	ת.ז. תלמיד/ה שותף/ה (במידה ורלוונטי)

2. פרטי הפרויקט

שם הפרויקט	נושא הפרויקט
Helpyplegic Artificial Nervous System	חליפת חישה לנכים

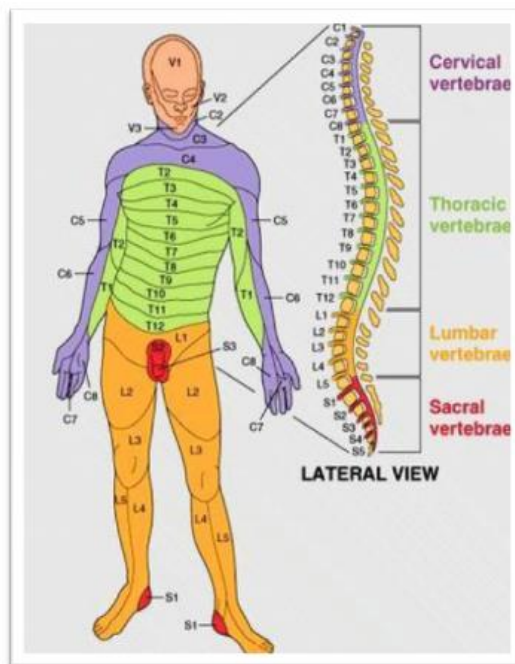
3. תיאור המצב הקיים (חובה)

הבעיה הרפואית שבה יעסוק הפרויקט הינה פֶּרְפֶּלְגִיָּה - ליקוי עצבי שחל על פלג הגוף התחתון, כתוצאה מפגיעה בחוליה 1T ומטה בעמוד השדרה (ראה איור בתחתית העמוד). השיתוק העצבי של החולה עלול לגרום לסיבוכים רפואיים חמורים מאוד, כגון: פצעי לחץ, טרומבוזיס (פקקת), אין אונות, בריחות שתן, דלקות, הפרעות בזרימת הדם, איבוד טונוס שריר ועוד.

בחיי היומיום של הפרפלג ניכר קושי משמעותי בהבחנה של נזק הנגרם לרקמותיו בתזמון אידיאלי, בעקבות אי-התפקוד של המערכת העצבית-סנסורית שלו. בנוסף, תופעת הפרפלגיה כוללת פגיעה באינטראקציה של המערכת החיסונית עם זו העצבית, ולכן תהליך ההגנה והריפוי של הגוף עלול גם הוא להינזק. לפיכך קיים אצל הפרפלג סיכוי רב יותר להתפתחות של נזק רקמתי מאשר אצל אדם בעל תפקוד עצבי תקין, אשר מסוגל לחוש את הפגיעה במהירות ולטפל בה מידית.

מלבד הפגיעה החושית, גורם נוסף אשר מגביר את הסיכון לפגיעה חמורה הוא איבוד טונוס השריר, אשר נגרם בעקבות אי העצבוב וחוסר פעילות השריר. משמעות איבוד זה הינה ירידה חדה במסתו של השריר. מאחר ששריר בריא משמש כבולם זעזועים וכמגן על העצם מפני פגיעות, מגבירה הידלדלותו את הסיכון לפגיעה חמורה יותר של הרקמות.

חשוב לציין שבאירופה עובדים חוקרים על פיתוח שיטה חדשה שתוכל לשחזר תפקוד מוטורי אצל חולים שסובלים מפגיעה בעמוד השדרה, אך זה עדיין לא בר-ביצוע. לכן יש למצוא בדחיפות פתרון עיל וישים אשר יוכל להקל על אורח חייהם של הפרפלגים ולשפרו.



איור המתאר את הקשר בין חוליות עמוד השדרה לבין אחריותה העצבית של כל חוליה על אזורים שונים בגוף.

על מנת להבין את הצורך בחיפוש אחר פתרון עבור בעיה זו, נציג מספר סטטיסטיקות מתוך נתוני המחקרים של ה"מרכז הסטטיסטי הלאומי לפגיעה בחוט השדרה (ארה"ב)" - **National Spinal Cord Injury Statistical Center** ושל "מרכז תרגום הידע של מערכות מודל (ארה"ב)" - **Model Systems Knowledge Translation Center** אודות נפגעים בעמוד השדרה. הנתונים פורסמו בפברואר 2015, ומתייחסים אך ורק לאוכלוסיית ארצות הברית. הארגון הראשון קיים משנת 1973, ומאגר נתוני הסטטיסטיים מתבסס על מידע מכ- 13% מכלל מקרי פגיעות בעמוד השדרה בארצות הברית. נכון לחודש מרץ 2015 הכיל המאגר מידע על 30,892 אנשים בעלי פגיעה ממושכת בעמוד השדרה. להלן הנתונים:

- בכל שנה, כארבעים אנשים מתוך מיליון באוכלוסייה נפגעים בעמוד השדרה. לפיכך נמנים כ- 12,500 נפגעים כל שנה.
- בשנת 2014 מספר הנפגעים בעומד השדרה הוערך בכ- 276,000 אנשים מתוך אוכלוסיית ארצות הברית, שהיא בקירוב 313,000,000 איש.
- ב-30% ממקרי הפגיעה, במהלך השנה הראשונה לאחר התרחשותה, נאלץ הנפגע לעבור אשפוז חוזר לפחות פעם אחת. משכו הממוצע של כל אשפוז כזה הינו 22 ימים.
- גורמים שכיחים לאשפוזים חוזרים הינם מחלות שריר-שלד ומחלות עור.

/



4. סקירת מוצרים דומים

תומכי רגליים ומגני רגליים חיצוניים:

אלו עוזרים חיצוניים המתחברים לכיסא הגלגלים ומקבעים את הרגל במקום או מקטינים את החשיפה של הרגל למרחב החיצוני ובכך מקטינים את הסכנה לפגיעה. המגנים החיצוניים מגנים על העצם מפגיעה פיזית בכך שמתפקדים בתור בולמי זעזועים, ובכך מחפים על השרירים המדולדלים.

החסרונות:

- המגנים מקנים הגנה רק לאזורים מסוימים ברגל ולא לכולה. לכן הם לא מספקים הגנה מלאה.
- שני המוצרים אינם מתריעים על הפגיעה, כאשר היא מתרחשת.
- הם עשויים להגן רק מפני פגיעה פיזית "יבשה" לרגל.



טיפול שיקומי לנפגעי חוט שדרה

נפגעים בעמוד השדרה עוברים תהליך שיקום בו הם לומדים כיצד לשמר ולשפר יכולות קיימות, וגם לפתח טכניקות חדשות. כמו-כן, הם מקבלים "כלים מפצים" נוספים שיעזרו להם להתמודד עם השינוי הקיצוני בגופם ושיאפשרו להם לקיים אורח חיים עצמאי ככל הניתן. תהליך השיקום נעשה יחד עם מומחי רפואה שיקומית, פיזיותרפיסטים, פסיכולוגים, עובדים סוציאליים ועוד.

החסרונות:

- תהליך השיקום מגביר את המודעות לסכנות אך אינו יכול למנוע אותן לחלוטין או להתריע עליהן בזמן אמת.
- הוא מגביר את האחריות המוטלת על הנכים, שבנוסף לכך צריכים להסתגל לשינוי המשמעותי בחייהם.



5. תיאור הבעיות במצב הקיים

1. עלויות טיפולים וניתוחים גבוהים
2. זמן החלמה ארוך
3. יעילות חלקית מצד המוצרים המוצעים כיום
4. אחריות רבה המונחת על הנכים
5. ירידה בביטחון העצמי
6. פגיעה בתפקוד היומיומי של הנכה
7. עומס על בתי חולים ומרכזי השיקום.
8. מערכות מטפלות, לא מונעות

6. תיאור הרעיון הכללי לפתרון הבעיה (חובה)

משום שהמערכת העצבית של הנפגע לקויה, נדרשת מערכת חלופית שתוכל להחזיר לו את המודעות לגבי סכנות המאיימות על חלק גופו המשותק.

מערכת זו תכלול:

רשת של חיישנים: כגון חיישני טמפרטורה, לחות ולחץ, אשר יוכלו לזהות כל גירוי רלוונטי (במקום עצבי החישה). בעת הגירוי, אלו ידווחו על קיומו באמצעות רטט אשר יועבר לנקודה ספציפית בגוף, שבה מתפקדת מערכת העצבים של הפצוע באופן תקין.

טכנולוגיית EMS: שילוב פולסים חשמליים בשיטת EMS, אשר מדי פעם יעצבבו את רקמות השריר וישמרו על מסתו הסטנדרטית ועל בריאותו.

בקר הארדוואינו: הבקר יהיה מחובר לחיישנים, ותפקידו יהיה לעבד את נתונייהם. בעת הצורך יתריע הבקר על חריגה מהמצב הסטנדרטי והרצוי של המערכת. כמו-כן, הוא יהיה אחראי על פיקוח פעולת ה-EMS שצריכה להתבצע בצורה תקינה, מבוקרת ונכונה מבחינה בריאותית.

ממשק בזמן אמת:

- אפליקציה לטלפון הנייד שתקבל מהבקר אות המתריע על התרחשות הגירוי. בנוסף, היא תכיל מידע לגבי מיקומו של הגירוי בגוף ולגבי רמת חומרתו, ואף תציג מספר הנחיות שמטרתן למנוע התפתחות נזק נוסף. בסופו של דבר יוכל הנכה לדעת על קיומה של הפגיעה בזמן אמת, על מיקומה, על חומרתה ועל דרכי טיפול אפשריות בה.
- מכשיר רטט שבסיסו יהיה מותקן באזור תקין עצבית של הפרפלג (פלג גוף עליון). המכשיר יהיה מחובר לחיישנים, ובעת גירוי יפעיל דפוסי רטט שונים, שבעזרתם יוכל הנכה לדעת מהו סוגו של הגירוי.

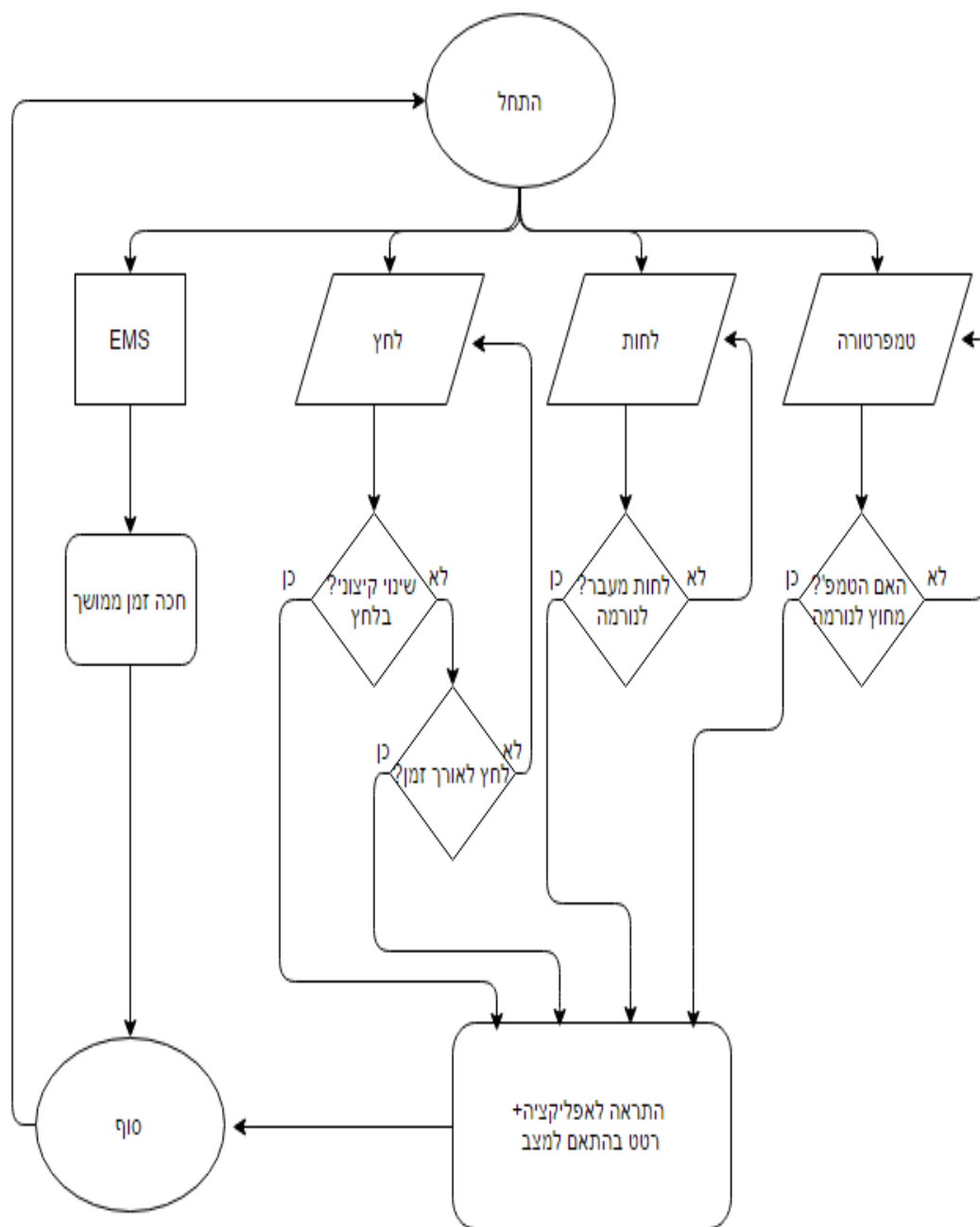


ביצועים צפויים של המערכת :

מבנה המערכת יהיה פשוט ויעיל. רשת החיישנים תתפרס בצורה מקיפה ככל הניתן על הרגל בשביל להגדיל את ההסתברות שכל גירוי ייקלט. כמו-כן, היא תהיה מעוצבת בצורה פרקטית שתאפשר ללובש לעטות עליה בגדים בקלות ובנוחות.

הממשק יהיה נוח ונגיש לנכה, כך שבמקרה של שינוי משמעותי בערכי החיישנים הוא יהיה מודע להתרעה באופן מיידי. את הממשק נבנה בצורה כזאת שההתרעה תועבר כהלכה ותסב את תשומת ליבו של הנכה בכל סיטואציה. כמו-כן, נדאג שיהיה פשוט לכבות את ההתרעה לאחר ההבחנה בה.

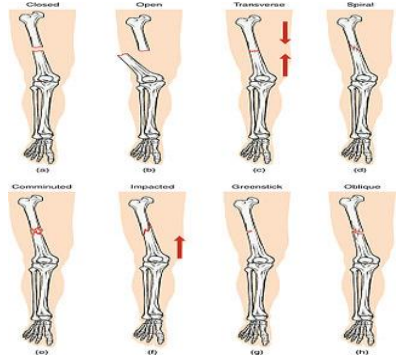
הנכה, באמצעות האפליקציה, יוכל לקבל נתונים ועדכונים הנוגעים למצבו הבריאותי באופן שוטף. כמו כן, הוא יוכל לעקוב אחר היסטוריית הנתונים, אחר סוג הנתונים ואחר השינוי במסת השריר שלו. כך יוכל הנכה לקבל תמונה רציפה, מהימנה וכוללת של מצבו הבריאותי לאורך זמן.





מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לתקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע
האגף למצוינות בחינוך הטכנולוגי

7. תיאור הרקע המדעי והטכנולוגי עליהם מושתת הרעיון המוצע בפרויקט (חובה)

רלוונטיות לפרויקט	תיאור תמציתי	נושא
נשתמש בחיישן לחץ בשביל לבדוק אם יש פגיעה ברקמות, ואם יש צורך להתריע על חשד לפצע לחץ (לחץ ממושך).	קיימים מגוון חיישנים לבדיקת לחץ. אנו נבדוק את ההבדלים ביניהם ואת אופן פעולתם, על מנת להחליט אילו חיישנים מתאימים לפרויקט שלנו.	חיישן לחץ
הפרויקט שואף ליצור "מערכת עצבית מלאכותית" אשר תהווה תחליף למערכת העצבים הטבעית שנפגעה.	כיצד פועלת מערכת העצבים? מהו תפקידה בגוף?	מערכת עצבים
המערכת שלנו תכיל פונקציה שמטרתה תהיה למנוע ניוון שרירים באזור הפגוע-עצבית של הנכה. ע"י כך תשתפר ההגנה על הרקמות מפני מכות פוטנציאליות, וגם ישמר מראה אסתטי "אידאלי".	כיצד פועלת מערכת השריר? מה גורם לניווה ואיך ניתן למנוע אותו? איך היא תורמת להגנה על העצמות?	מערכת שריר
על המערכת שלנו להגן על עצמותיו של הנכה. חלק נכבד מהפגיעות באזור הגפיים התחתונות הוא שבירת עצמות.	אוסף עצמות שנועדות לספק תמיכה לשרירים ולאיברים הפנימיים בגוף. עצמות אלו מהוות את מנגנון התנועה של הגוף.	מערכת השלד
	כוויה היא חבלה לגוף הנגרמת כתוצאה מהיחשפות למקור אנרגיה (תרמי, כימי, חשמלי) או לקרינה. בגלל כוויה עלולות להיפגע מערכות בגוף ויכולות שלו. שיקום הגוף מכוויה הוא קריטי וחשוב להתחילו מרגע הכוויה, התהליך יכול להמשך חודשים או שנים בתלות לשטח הכוויה ומעלתה. לכוויות שלוש מעלות.	כוויות
המערכת, במטרה להפחית את התפשטות המקור הגורם לכוויה ואת משך היחשפות העור, תתריע מידית לנכה כאשר נחשף לגורמים המסכנים אותו. תוך מודעות לסכנה, הוא יוכל להפחית את משך ההיחשפות, למנועה לחלוטין בעזרת עזרים חיצוניים, ובסופו של דבר להפחית את נזקי הכוויה.	* יש לחקור אילו מנגנוני איחוי הם לקויים אצל אדם פרפליגי	



מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לתקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע
האגף למצוינות בחינוך הטכנולוגי

		ולהתייחס אליהם, כך שנוכל לסייע בריפוי איברים בגוף אשר לא מתבצע כשורה ע"י הגוף בעצמו.
כוויה ממעלה ראשונה	פגיעה רק בשכבת העור החיצונית הנקראת "אפידרמיס" - "Epidermis", המספק הגנה מפני הסביבה החיצונית באמצעות חלבון הקרטין שנוצר בוא. כוויה ממעלה ראשונה אינה חמורה אך במקרים חמורים תגרום לרקמת עור פגועה לזמן ממושך.	כוויה ממעלה ראשונה עלולה להיגרם ממקורות אנרגיה כימיים או תרמיים, שמפניהם צריכה המערכת להתריע.
כוויה ממעלה שניה	פגיעה חמורה ברקמת העור המסתערת על פני ה"אפידרמיס" ועל חלק פנימי יותר משכבת העור יותר הנקראת דרמיס - Dermis". שכבה זו מכילה כלי דם, נוזלים, שקעי שיער ובלוטות הפרשה הורמונאליות פנימיות. כתוצאה מכוויה כזאת תראה הרקמה אדומה ותיצור שלפוחית. העור אף יתנפח באזור זה. משך ההחלמה הטיפוסי לכוויה ממעלה שנייה הינו שלושה שבועות.	כוויה ממעלה שנייה עלולה להיגרם ממקורות אנרגיה כימיים או תרמיים, שמפניהם צריכה המערכת להתריע.
כוויה ממעלה שלישית	פגיעה המסתערת על פני האפידרמיס והדרמיס כולו. במקרים קיצוניים אף נפגעים כלי הדם הפנימיים, עצבים הנמצאים באזור הכוויה, רקמות שריר ועצם ואיברי גוף משמעותיים. רקמת העור תראה לבנה או חרוכה. כוויות אלה עלולות לגרום למוות!	כוויה ממעלה שלישית עלולה להיגרם ממקורות אנרגיה כימיים או תרמיים, שמפניהם צריכה המערכת להתריע.
מערכת חיסונית	איך פועלת המערכת החיסונית? כיצד היא משרתת את הגוף? מהו תפקידה?	מאחר שהאינטראקציה בין המערכת החיסונית לבין המערכת העצבית אינה נעשית כהלכה, יש ללמוד על המערכת החיסונית ועל הקשר שלה לזו העצבית. כך נוכל לעזור למנוע החלמת ארוכה.
ארדואינו	ארדואינו הוא פלטפורמה לקליטת נתונים ועיבודם. על ידי "מיקרו-מעבד" - "Micro Processor", מבצע תהליך שבסופו פליטת פלט אנאלוגי או דיגיטלי.	הארדואינו יהיה בקר המערכת, וכן יעשה את כל הפעולות שפורטו על הבקר.
תהליך ריפוי	מה קורה לגוף לאחר פציעה ואיך הוא מרפה את אותה?	כשמערכת הריפוי אינה מתפקדת באופן מוגבר יש ללמוד עליה, ובכך להבין בצורה טובה יותר מה צריכה המערכת שלנו לעשות.
חוליות עמוד השדרה	איך בנוי עמוד השדרה ומדוע הוא נחוץ לגוף? איזה תפקיד מהותי יש לו בחיי האדם?	הואיל והפרויקט אמור לתת מענה לנפגעים בעמוד השדרה, יש לחקור את מבנו ואת תפקידו בשביל להבין טוב את מקור השיתוק העצבי.



מדינת ישראל
משרד החינוך
המינהל לתקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע
האגף למצוינות בחינוך הטכנולוגי

פצעי לחץ	מה גורם לפצעי לחץ? מה הסכנות שהם יוצרים? כמה זמן נמשכת החלמתם?	בשביל למנוע התפרצות של פצעי לחץ, יש ללמוד על הגורמים שלהם ולפעול נגדם באמצעות פעולות של המערכת.
ירידת טונוס שריר	מה מוביל לירידה בטונוס שריר ואיך מונעים אותה? מהו תפקיד השרירים מלבד כיווץ?	ירידת טונוס השריר היא תופעה שכיחה בקרב אנשים פרפליים. לכן עלינו לדעת אילו סכנות עלולות להופיע כתוצאה מירידה זו, במטרה למנוע אותן.
מחלות שריר-שלד		
דלקות	ממה מתפתחות דלקות ואיך הן משפיעות על הגוף? מהו זמן הריפוי שלהן?	נצטרך לחקור את גורמי הדלקות כדי לדעת באיזה תזמון יש להתריע על גירוי בגוף שעלול לגרום לדלקת.
חיישנים ביולוגים	מהם חיישנים ביולוגים? במה הם שונים מחיישנים רגילים?	יש לראות אם ניתן לשלב חיישנים ביולוגים בפרויקט ואם קיים צורך בהם.

8. סקירת ספרות מדעית ראשונית (לא מקורות מידע פופולאריים), גישות ותיאוריות נוספות בתחום

(חובה)

1. מחבר: ליטל ברלב-קוטלר ודורי ריבקין, מאירס-ג'וינט-מכון ברוקמקור: דייל אביטל סנדלר לפ, מסד נכויות, ג'וינט ישראל
 כותר: אנשים עם מוגבלויות בישראל: עובדות ומספרים
 תוכן: מסמך שאוגד עובדות ומספרים על אנשים בעלי מוגבלויות בישראל
 כתובת: http://brookdaleheb.jdc.org.il/Uploads/dbsAttachedFiles/FACTS_FIGURES2014-HEB.pdf
 שנה: 2014

2. מחבר: National Spinal Cord Injury Statistical Center
 מקור: University of Alabama at Birmingham
 כותר: Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance
 תוכן: איגוד סטטיסטיקות של נפגעים בעמוד השדרה
 כתובת: https://www.nscisc.uab.edu/PublicDocuments/fact_figures_docs/Facts%202015.pdf
 תאריך עדכון אחרון: פברואר 2015

3. מחבר: National Rehabilitation Information Center
 מקור: National Rehabilitation Information Center
 כותר: Librarian's Picks: Spinal Cord Injury
 תוכן: איגוד אתרים הקשורים לפגיעות בעמוד השדרה
 כתובת אתר: <http://www.naric.com/?q=node/72>



4. מחבר: Craig Hospital

מקור: Craig Hospital

כותר: 2015-Craig Hospital Research Summary

תוכן: מחקר על איכות החיים, עצמאות, ובריאות של אנשים בעלי פגיעות בעמוד השדרה

כתובת: https://craighospital.org/uploads/CraigHospital.ResearchSummary_Nov2015.pdf

תאריך עדכון אחרון: נובמבר 2015

5. מחבר: Spinal Cord Injury Model System Information Network

מקור: University of Alabama at Birmingham

כותר: SCI Facts Sheets

תוכן: איגוד טפסים של עובדות על נפגעים בעמוד השדרה

כתובת אתר: <http://www.uab.edu/medicine/sci/uab-scims-information/sci-infosheets>

6. מחבר: אנה רייזמן

מקור: "כמוני"

כותר: הצוות המטפל במהלך השיקום

תוכן: מידע על תהליך השיקום אצל נפגעי עמוד השדרה

כתובת אתר: <http://www.camoni.co.il/index.php?idr=400&p=1028>

7. מחבר: HealthSaver

מקור: HealthSaver

כותר: Wheelchair Leg Positioning & Protection - Wheelchair Accessories

תוכן: חברה המייצרת מייצבי רגליים (מידע ותמונות)

כתובת: hsaver.com.au/a/Skil_Care_Wheelchair_Accessories/Leg_Positioning_Protection

8. מחבר: Patterson

מקור: Patterson

כותר: Gel Foot and Leg Protectors

תוכן: חברה המייצרת מגני רגליים (מידע ותמונות)

כתובת: http://www.pattersonmedical.com/app.aspx?cmd=getProduct&key=IF_921015966

9. מחבר: יולנדה סמית'

מקור: News-Medical

כותר: Paraplegia Complications

תוכן: השלכותיה של תופעת הפרפליגיה

כתובת אתר: <http://www.news-medical.net/health/Paraplegia-Complications.aspx>

9. מחבר: The Johns Hopkins University, The Johns Hopkins Hospital, and Johns Hopkins

Health System

מקור: The Johns Hopkins University, The Johns Hopkins Hospital, and Johns Hopkins

Health System

כותר: Burns

תוכן: מידע על כוויות.

כתובת

http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/dermatology/burns_85,P01146/



9. חלוקת העבודה בין חברי הצוות (במידה ורלוונטי) (רשות)

10. צירוף מסמכים/תמונות/תרשימים רלוונטיים נוספים (רשות)

11. כתבו על עצמכם, על תחומי העניין שלכם הרלוונטיים לפרויקט, על ניסיון קודם שיש לכם בפרויקטים דומים ועבודות שעשיתם ועל הסיבה שבחרתם בפרויקט זה (חובה)