

מערכת שינוע עצמי

שם הכותב: אורי מסלובסקי

שם מבצע הפרויקט: גיא קנטור

שם המנחה: מר נצר נבות

שם המרכז: ד"ר אורית בראון בנימין

הפגם הגנטי המולד של מוחמד הביא לקריסת מערכתו החיסונית, והוא רק בן ארבע. לצערנו, מקרים כמו של מוחמד אינם חדשים בעולם הרפואה.

מוחמד נולד בחאן יונס שבעזה וכבר בגיל חצי שנה הועבר לישראל לבית החולים לילדים בתל השומר לטובת טיפול רפואי. במהלך שהותו בבית החולים תל השומר התגלתה במערכת העיכול של מוחמד מחלה נדירה אשר גרמה להדרדרות מצבו לכדי סכנת חיים. כחלק מהמאמצים להצלת חייו של מוחמד נאלצו הרופאים לקטוע ארבע מגפיו מתחת למפרק.

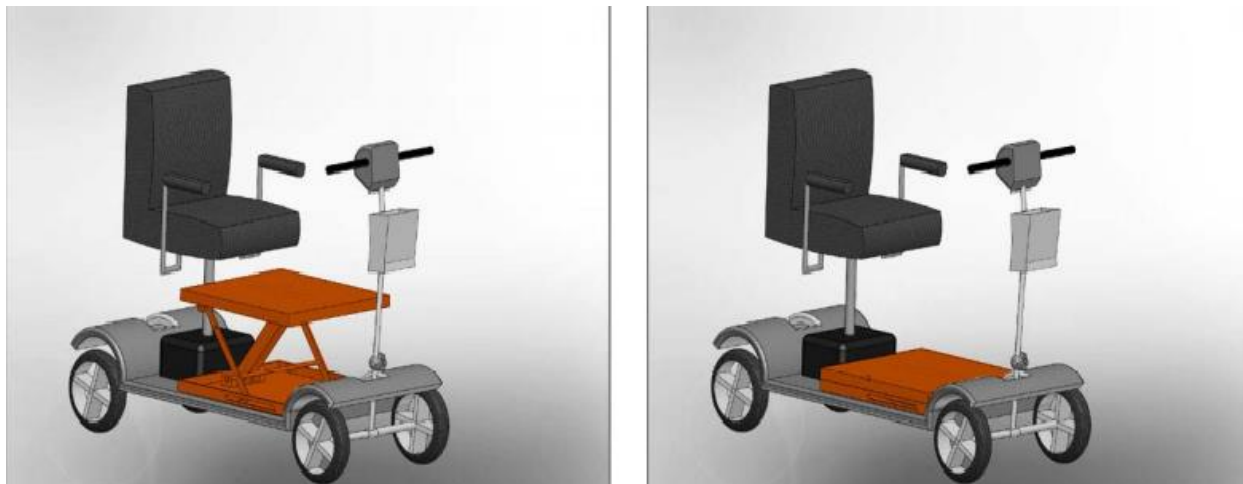
העובדה כי מוחמד הוא תושב עזה אשר מטופל בישראל עקב מצבו הבריאותי הרגיש, מוסיפה למקרה נופך ייחודי, אך ייחודיות זו מולידה מורכבות רבה, מורכבות אשר עמה, גיא קנטור, בוגר המחלקה להנדסת מכונות באורט בראודה, ידע להתמודד בהצלחה כאשר נדרש לתכנן מערכת ניוז מותאמת לצרכיו של מוחמד וזאת על מנת לקדם את שיקומו ולהקנות לו סיכוי לחיים נורמטיביים ועצמאיים ככל הניתן.

היוזמה לפרויקט באה מצד [ד"ר עמיחי ברזנר](#), [מנהל מחלקת שיקום ילדים בתל השומר](#), אשר נכח בכנס בין-לאומי, [Third International Congress on Pediatric Chronic Diseases, Disability and Human Development](#), שבו הרצאתה ד"ר אורית בראון בנימין, חברת סגל במחלקה להנדסת מכונות במכללה. משבקשתו של ד"ר ברזנר באם מכללת אורט בראודה תהיה מוכנה לקחת על עצמה את פרויקט בניית מערכת השינוע העצמי למוחמד, נענתה בחיוב, וגיא קנטור סטודנט להנדסת מכונות [במכללת אורט בראודה בכרמיאל](#). נבחר להובילו, החל הפרויקט באופן רשמי ולא עצר לרגע עד אשר מוחמד יכול היה להתנייד.

לאדם אשר עבר ארבע קטיעות בגפיו קיים קושי רב להתנייד עצמאית, קל וחומר בגילאים צעירים בהם טרם הושלמה התפתחות מלאה של שרירי הרגליים. על הקושי הזה באה לענות הקלנועית שתוכננה על ידי גיא. בעזרתה יוכל מוחמד להשתלב בסביבת ביתו ולהיות פחות תלוי בקרוביו. הקלנועית לא יכולה להיות אמצעי התניידות גרידא, מסביר גיא, עליה לשרת את מוחמד במישורים רבים, החל בהתאמת הקלנועית לנסיעה בתנאי השטח בסביבת מגוריו של מוחמד בעזה, וכלה בכך שעליה להוות כלי אשר יסייע בשיקומו ובו בזמן יבטיח את בטיחותו ושלומו.

מחד גילו הצעיר של מוחמד עומד לזכות סיכויי שיקומו ומאידיך הוא מציב בפני גיא את הקושי שבפיתוח הקלנועית מתוך התחשבות בצמיחת ממדי גופו. קושי מרכזי זה ליווה את גיא לאורך כל הפרויקט.

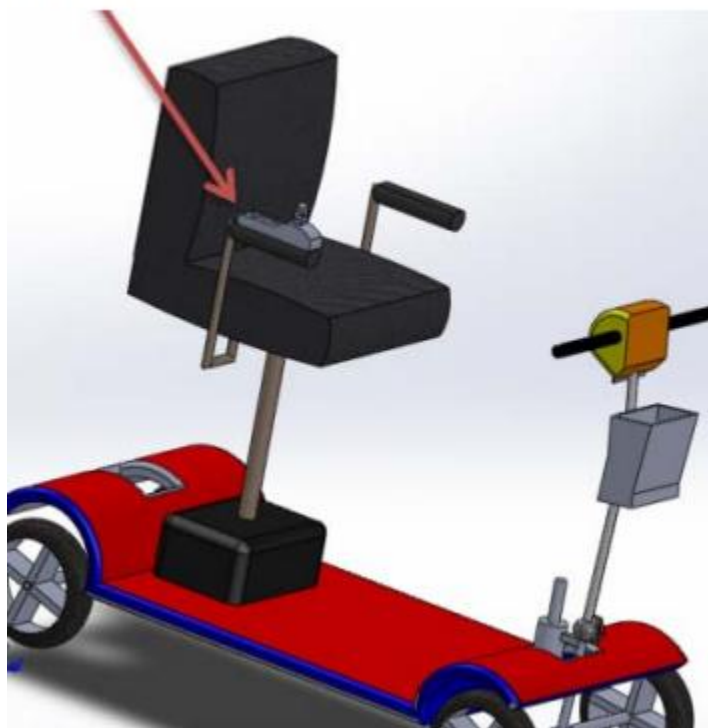
אחת הסוגיות המרכזיות אשר צפו במהלך הפיתוח הייתה סוגיית הטיפוס של מוחמד על הקלנועית. המנגנון הנבחר היה מנגנון מספריים להעלאת הכיסא. מנגנון זה איננו מצריך שינויים במרכב הקלנועית וניתן להתאימו לממדי המשתמש.



מנגנון מספריים (עבודת הגמר של גיא קנטור).

סוגיית ההיגוי לא אחראה לבוא ויישומה נבחר להיות מערכת ג'ויסטיק להיגוי. יתרונותיו רבים ומגוונים: הג'ויסטיק הינו בעל דיוק גבוה בתנועה, מאפשר נסיעה קדימה ואחורה, אינו מצריך כח פיזי בעת השימוש

ג'ויסטיק



מנגנון JOYSTICK (עבודת הגמר של גיא קנטור).



מנגנון JOYSTICK (עבודת הגמר של גיא קנטור).

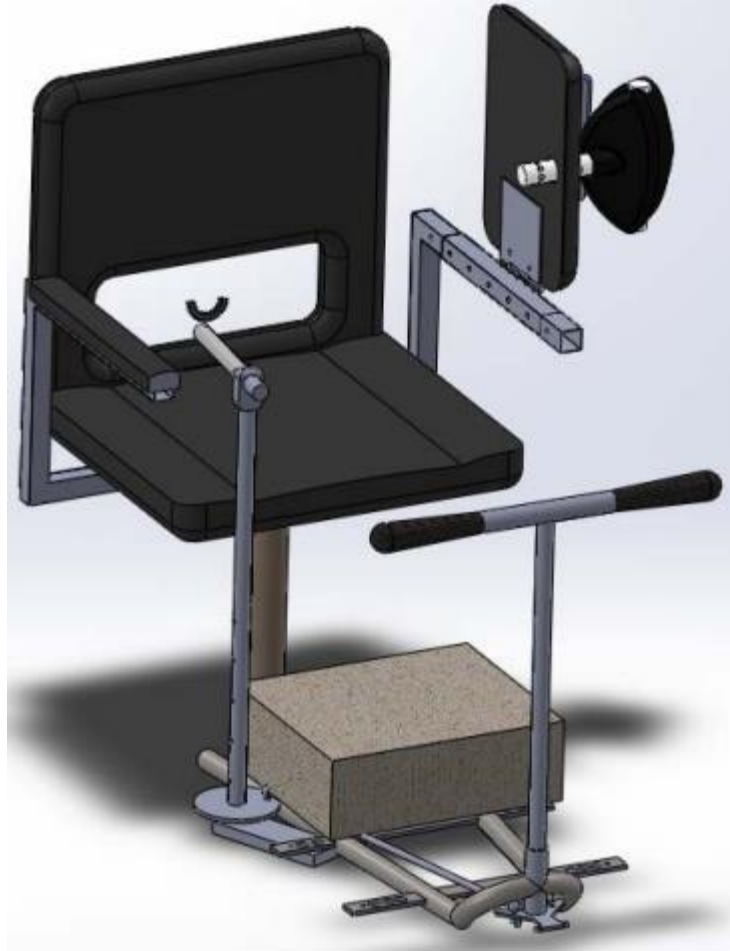
לאחר סקר שוק מעמיק ומקיף נבחרה קלנועית מדגם "GOGO" תוצרת "קלנועית אפיקים" ומרגע קבלתה מהחברה החל גיא חוקר לעומק את מרכב הקלנועית. במקביל, התקיים דיון בו השתתפו נציגי מכללת אורט בראודה מטעם הפרויקט ונציגי הצוות הרפואי של מוחמד ובו עלו שאלות מהותיות. השאלה הראשונה דנה בנחיצותו של מנגנון הרמה אל המושב, והשנייה ביקשה להבין האם יתכן כי פשטות הפעלתו של מנגנון ההיגוי לאו דווקא פועלת לטובתו של מוחמד.

המסקנות מהדיון היו חותכות וחד משמעיות, מספר גיא, הוחלט פה אחד לתת קדימות לתהליך השיקומי. את מנגנון המספרים להעלאת הכיסא הוחלט להמיר במדרגה ובכך להבטיח שמוחמד יפעיל את שריריו בתהליך הטיפוס, דבר אשר יתרום לשיקומו. בחירת המדרגה הייתה משימה לא פשוטה, מסביר גיא, על שטח המגע שלה להיות רך או מרופד וזאת על מנת לאפשר למוחמד טיפוס נוח ונטול כאבים, בנוסף חשוב להבין כי הטיפוס על המדרגה כולל מגע ישיר של כל חלקי הגוף של מוחמד במדרגה. כמו כן על המדרגה להיות ניתנת לפירוק והרכבה מהירים והן עליה להיות עמידה לתנאי מזג אוויר שונים.

הפתרון שבחר גיא הוא קוביית פוליאטלן מוקצף (מה שיותר מוכר בשמו המסחרי "פלציב"). קוביית הפלציב, אשר נתרמה על ידי [חברת פלציב](#) לטובת הפרויקט, הינה רכה אך עם זאת יציבה מאוד וחביבורה לקלנועית יתבצע על ידי סקוץ' פשוט. לאחר שנערכו מספר נסיונות טיפוס במחלקה השיקומית, שבה נמצא מוחמד, נקבע גובהה של המדרגה. הטיפוס על הקלנועית באמצעות קוביית הפלציב יאלץ את מוחמד להשתמש בשרירי גפיו ויתרום לחיזוקם. כמו כן, יציבותה של הקובייה תאפשר למוחמד לטפס על הקלנועית בבטחה, בכך, קוביית הפלציב שבחר גיא נותנת פתרון מיטבי הן במישור הבטיחותי והן בשיקומי. עם צמיחתו של מוחמד, ניתן יהיה להסירה ולאפשר למוחמד לטפס ישירות אל הכיסא.



קוביית פלציב (עבודת הגמר של גיא קנטור).



מיקום אלמנט עלייה וירידה (עבודת הגמר של גיא קנטור).
מוחמד עול על הקלנועית(סרטון)

לאור החלטת הוועדה כי מנגנון הג'ויסטיק ותהליך השיקום של מוחמד אינם עולים בקנה אחד היות והוא מצריך תנועה מינימאלית בלבד של שרירי הגפה, הוחלט להמירו במנגנון מכאני אשר דורש תנועה של הכתף ומחזק את שרירי הגפה העליונה. כמו כן, ממשיך גיא, הוחלט כי קיימת חשיבות רבה בשמירה על סימטריית גופו של מוחמד כחלק מהתהליך השיקומי אשר נובע מהשימוש בקלנועית. כלומר, על פעולת הניהוג בקלנועית להיות כרוכה בהפעלה סימולטנית של שתי הגפיים.

וכך, הוחלף הג'ויסטיק במערכת מכאנית שבה ההיגוי שמאלה וימינה יעשה באמצעות גדם או פרוטזת יד ימין, ואילו נסיעת הקלנועית קדימה ואחורה תעשה על ידי מנגנון חשמלי אשר יופעל על ידי גדם או פרוטזת יד ימין.

את מערכת ההיגוי בחר גיא לתכנן כך שהשליטה בכידון תעשה באמצעות זרוע המקשרת בין המנגנון המכאני והכידון.

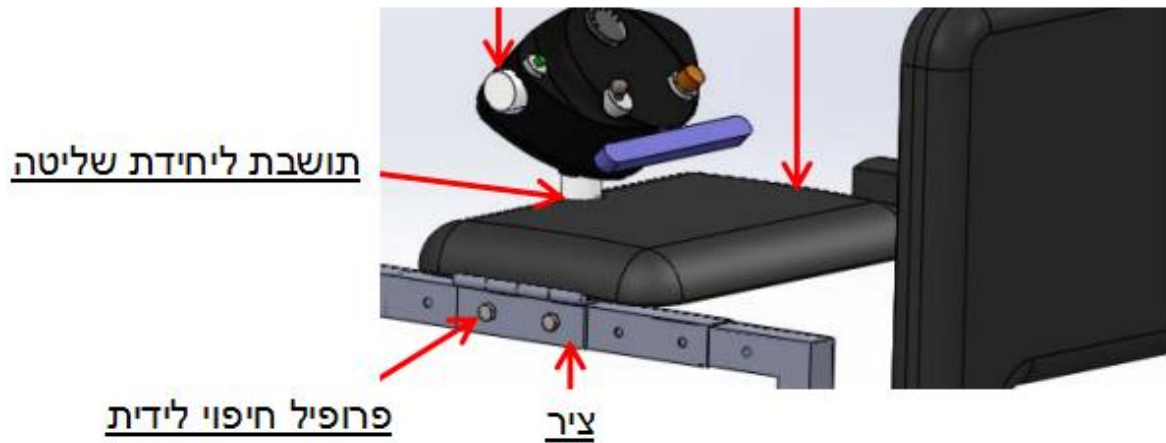


רכיבים לסיבוב הכידון (עבודת הגמר של גיא קנטור).

מנגנון התנועה החשמלי הורכב מתוך מחשבה לאפשר למוחמד מרחב פעולה לצורך עלייה וירידה נוחים ככל הניתן ממושב הקלנועית. לאור זאת, בחר גיא למקם את יחידת השליטה בצמוד לגדמו השמאלי של מוחמד ובנוסף דאג לכך שהיא תוכל לנוע בהתאם לעקרון תנועת "כיסא סטודנט". בכך, הפתרון שבחר גיא נותן מענה בו בזמן הן לבעיית מתן המרחב בזמן עלייה או ירידה מהקלנועית, והן מהווה אלמנט הגנה אשר מונע את החלקתו של מוחמד בזמן נסיעה.

יחידת שליטה מקורית

משטח מחפד



הרכבה של מנגנון השליטה (עבודת הגמר של גיא קנטור).

קושי מרכזי נוסף אשר ליווה את גיא מתחילת הפרויקט ולכל אורכו היה מגבלת הזמן שאליה היה נתון מוחמד בכל הנוגע למשך שהותו בישראל. עקב כך, נוצר מצב בו מגבלת זמן שהותו של מוחמד עמדה ביחס ישר אל מול הזמן אשר עמד לרשות גיא לטובת פיתוח הקלנועית. מגבלת זמן זו, מסביר גיא, היוותה קושי מרכזי בפרויקט וזאת כי היא חייבה אותו לעבוד בלוח זמנים צפוף מבלי לגרוע מטיב הפרויקט.

פרויקט מערכת השינוע העצמי של גיא נותן למוחמד הזדמנות לנהל אורח חיים עצמאי בהרבה מזה שהיה נגזר עליו ועל קרוביו לנהל אילו הפרויקט לא היה רואה אור. כמו כן, הפרויקט של גיא עושה יד אחת עם הגדלת סיכוייו של מוחמד לצלוח את תהליך השיקום ובכך לשפר את איכות חייו.

הפרוייקט הינו דוגמא מובהקת לכוח שבשילוב בין תחומי ידע שונים על מנת לקדם את שילובו של המשתקם בחברה: עבודת הצוות השיקומי עם סטודנט להנדסת מכונות הניבה פתרון יצירתי שניתן להתאימו למשתקמים נוספים בעתיד.



הקלנועית של גיא קנטור – מצב מוגמר

לפרטים על הפרוייקט: ד"ר אורית בראון בנימין, מהמחלקה להנדסת מכונות באורט בראודה
bborit@braude.ac.il