

מדידת איכות של כריות למניעת פצעי לחץ באמצעות מערכת מיפוי לחצים

מאיר לוטן¹, מירב גת², רות דיקשטיין³

¹ המרכז האוניברסיטאי אריאל שבשומרון, הפקולטה למדעי הבריאות, החוג לפיזיותרפיה
² יועצת ארצית בנושא טכנולוגיות ניידות ומערכות ישיבה באגף לטיפול באדם המפגר, משרד הרווחה והשירותים החברתיים.

³ אוניברסיטת חיפה, הפקולטה למדעי הרווחה והבריאות, החוג לפיזיותרפיה.

תקציר

האדם המשתמש בכסא גלגלים זקוק, עקב מגבלותיו הגופניות למערכת הושבה מותאמת. מערכת זו משמשת אותו למשך שעות רבות משעות היום ואי לכך חייבת להיות מותאמת בקפידה לתפקודו, יכולותיו, צרכיו ומגבלותיו. התאמה מקצועית ונכונה של מערכת הושבה משפרת את איכות חיי המשתמש, מגבירה את עצמאותו ויכולה להקטין את הסכנות המשניות של חוסר ניידות וישיבה ממושכת בכסא גלגלים. מורכבותן של מערכות הושבה והמגוון הקיים כיום מחייב את העוסקים בתחום של הושבה מותאמת להתמקצע ולשמור על רמת ידע ומיומנות. אחת הדרכים לשפר את יעילות הושבה בכסא גלגלים של אנשים עם נכויות היא באמצעות מידע אובייקטיבי אודות תרומת ציוד הושבה למניעת פצעי לחץ ולשיפור יעילות הושבה.

מטרת המחקר: לדרג את יעילותן של כריות למניעת פצעי לחץ, עליהן יושבים המשתמשים בכיסאות גלגלים באמצעות מדדים אובייקטיביים.

שיטה: עשרים ואחת כריות למניעת פצעי לחץ (מחומרים שונים: ספוג רגיל, סיליקון, ג'ל, ספוג ויסקואלסטי וכריות משולבות) הועברו על ידי ספקים של ציוד רפואי בארץ לשני מערכים למטרת מדידה אובייקטיבית. הכריות נבדקו באמצעות מערכת מיפוי לחצים על ידי שני בודקים אשר כל אחד מהם ישב על כל כרית במשך 15 דקות. התוצאות הממוצעות בין שני הבודקים ביחס למדדים המשפיעים על איכות הכרית (לחץ מרבי, לחץ ממוצע, שיפוע הלחץ, מספר החיישנים בכל מדידה וסימטריות הישיבה) נותחו והשווה על מנת לדרג את הכריות.

תוצאות: נמצאו הבדלים משמעותיים בין הכריות השונות ביחס למדדים האובייקטיביים שנמדדו המצביעים על כך שחלקן עשויות להיות עדיפות על אחרות במניעת פצעי לחץ.

מסקנות: ניתן להשתמש בקריטריונים אובייקטיביים על מנת להעדיף כריות מסוימות על פני אחרות בעת החלטה על רכישת כרית ישיבה למניעת פצעי לחץ. בהחלטה לגבי עדיפות כרית מסוימת לא ניתן להסתמך על הגדרות היצרן, על חומר הכרית, או על מחירה. מערכת מיפוי לחצים נמצאה יעילה בהערכת מאפיינים אובייקטיביים של כריות למניעת פצעי לחץ. מומלץ שבדיקה מדגמית דומה לזו אשר נעשתה במחקר זה תיערך מדי שנה לכריות הנמכרות בארץ.

מילות מפתח: כריות למניעת פצעי לחץ, מערכת מיפוי לחצים.

מבוא

כסאות גלגלים ומערכות הושבה מהווים חלק בלתי נפרד מהאדם הנכה הנוזק להם למילוי משימותיו וצרכיו במערכת החברתית אליה הוא משתייך (הוצלר, 1995 ב') ולכן "היום כבר אין די לדבר על הושבת נכה... על כסא גלגלים ותו לא, אלא על התאמה נכונה של הכסא על חלקיו השונים" (עורי, פרידמן ודביר, 1995, עמ' 19).

כל אדם נכה זקוק למערכת הושבה מותאמת אישית (Pellow, 1999) אשר תשמש אותו למשך שעות רבות משעות היום. אי לכך היא חייבת זו להיות מותאמת בקפידה לתפקודו, יכולותיו, צרכיו ומגבלותיו.

התאמה מקצועית ונכונה של מערכת הושבה יכולה להקל על חייו של המשתמש, להגביר את עצמאותו ולהקטין את הסכנות המשניות הנגרמות מחוסר ניידות וישיבה ממושכת בכסא גלגלים.

אנשים המרותקים לכסא גלגלים חשופים לפגיעות משניות האופייניות לישיבה ממושכת כגון: פצעי לחץ, אבני כליות, זיהומים, דלדול סידן בעצמות ואוסטיאופורוזיס, התכווצויות שרירים בלתי רצוניות, קונטרקטורות, השמנת יתר, סיבוכים נשימתיים, נוקשות שרירית, עקמת, בצקות ברגליים, חסימות ורידיות ולימפטיות (עורי, פרידמן, ודביר, 1995). לכן, יש לדאוג לצמצום סכנות בריאותיות אלו על ידי התאמה אישית של מערכת הושבה העשויה למנוע סיבוכים ואשפוזים מיותרים.

מורכבותן של מערכות הושבה והמגוון הקיים כיום, מחייב את העוסקים בתחום של הושבה מותאמת להתמקצע ולשמור על רמת ידע ומיומנות. על מנת לספק למשתמש הנכה כסא גלגלים שימלא את תפקידיו ביעילות יש לבצע בדיקה הבוחנת את כסא הגלגלים תוך שימת לב לנוחות הישיבה, למאפייני יציבות ויכולת התמרון והתנועה של הגו בתוך המושב (הוצלר, 1995 ב'). התאמת כסא הגלגלים מחייבת בדיקה של היבטים שונים ורבים כמו: גובה משענת הגב, רוחב הכסא, טיב מערכת הושבה, גובה הרגליות, צורת המושב, החומרים מהם עשויים החלקים, משקל הכסא והחלקים הנלווים, מחירן של המערכות השונות, סוגם וגודלם של הגלגלים ואופי מערכת ההנעה (עורי, פרידמן, ודביר, 1995).

בדרך כלל, אצל משתמשים קבועים בכסא גלגלים (מעל ל-8 שעות ביום), נעשה שימוש בכריות מיוחדות למניעת פצעי לחץ. כריות אלו נועדו לשפר את חלוקת הלחץ והיציבות ולמנוע כאבים, ורצוי שיוזמנו בעת הזמנת הכסא (כדי למנוע את חלוקת האחריות בין הספק של הכסא והכרית). לכל כרית יש מאפיינים ייחודיים כמו למשל: עובי הכרית, או החומרים ממנו היא עשויה, המשפיעים על אופן הישיבה, חלוקת הלחץ ומידת הצורך בתחזוקה

תודות

הכותבים מעוניינים להודות למר סטנלי סבא על עזרתו בהבאה מערכת ה-FSA לארץ ועל תמיכתו בפרויקט. כמו כן, תודות לקרן שלם על מעורבותה במימון הפרויקט.

שיטת המחקר

מערך המחקר ומהלכו

המחקר קיבל את אישור ועדת האתיקה של אוניברסיטת חיפה ושל הנהלת האגף לטיפול באדם המפגר במשרד העבודה והשירותים החברתיים. לאחר מכן, נערכה פנייה מסודרת לחמישה ספקים של ציוד רפואי בארץ המשווקים כריות למניעת פצעי לחץ. הספקים קבלו מידע על מטרת המחקר (קרי: לברר את איכותן האובייקטיבית של הכריות הנמכרות) והביעו הסכמתם להשתתף במחקר. הספקים התבקשו להביא לדגימה מספר כריות מסוגים שונים, על פי שיקול דעתם, כולל כרית אחת מספוג. בסיום שלב זה נאספו על ידי החוקרים עשרים כריות למניעת פצעי לחץ מחומרים שונים: ספוג רגיל, ספוג ויסקואלסטי, ג'ל, אוויר ושילובים שונים של הנ"ל הנמכרות כיום על ידי ספקים שונים בארץ. כל הכריות שנבדקו במחקר זה היו בממדים של 45x45 ובגובה של 3-7 ס"מ. המידע ביחס לנתוני הכריות (דגם, יצרן, מחיר, ועוד) סופקו על ידי היצרנים עצמם (ראה טבלה 1). כל הכריות נעטפו על ידי החוקרים בצפייה זהות שלא אפשרו הבחנה בסוג הכרית ומוספרו במספרים באופן אקראי.

(לוי, 1995). את המאפיינים הללו יש לקחת בחשבון בעת התאמת מערכת ההושבה למשתמש היושב באופן קבוע בכסא גלגלים. מבין כלל האוכלוסיות של המשתמשים הקבועים בכיסאות גלגלים והמועדות לפתח פצעי לחץ, חשוב לציין במיוחד אוכלוסיות המציגות מגבלות תקשורתיות המקשות על המטפל לאבחן בעיות בהושבה. אוכלוסיות אלו כוללות האנשים בעלי לקות אינטלקטואלית, המאובחנים עם דמנציה וילדים.

אחת המערכות המוכרות בעולם לשם התאמת מערכת הושבה למשתמש בעל צרכים מיוחדים היא מערכת מיפוי הלחצים-FSA (Force Sensing Array). מערכת זו הנה כלי הערכה קליני המאפשר להעריך את הלחץ המתפתח בממשק שבין גופו של המשתמש במערכת הושבה לבין המושב. עד כה לא נערך בארץ כל מחקר אשר בדק איכות הכריות למניעת פצעי לחץ הנמכרות בארץ. מטרת המחקר הייתה לבחון את התכונות האובייקטיביות של כריות למניעת פצעי לחץ בכיסאות גלגלים הנמכרות כיום בארץ על ידי יצרנים שונים.

טבלה 1: נתוני הכריות במחקר

| # | יצרן | דגם | חומר | גובה | מחיר (נכון לשנת 2004) | רמת סיכון לפתוח פצעי לחץ של המשתמש (מוגדרת על ידי היצרן) | אנטומי |
|-----|------------|------------------------------|--|---------|-----------------------|--|--------|
| 1. | שיקומית | T-Foam | ויסקואלסטי | — | 527 | - | - |
| 2. | טמפור | טמפור | ויסקואלסטי | 7.5 | 2,000 | - | - |
| 3. | Invacare | IMC | ויסקואלסטי | | 1,486 | | + |
| 4. | Tuffcare | Performer | ויסקואלסטי | 10-7 | | Hi- risk+incontinence | + |
| 5. | Skill-care | Slide guard cushion עם מפריד | ספוג+ ג'ל | 8 | 1,480 | Medium-high risk? | + |
| 6. | Relax | Gell-cell | ג'ל + אוויר | 4 | 1,649 | High risk | - |
| 7. | Skill-care | Conform | ויסקו-אלסטי | 8.5-5.5 | 750 | Medium-high risk? | + |
| 8. | Relax | Trio | ויסקואלסטי דו צדדי +ג'ל באמצע | 5.5 | 1,649 | Moderate-high risk? | + |
| 9. | Relax | Duogel | ויסקו+ג'ל | 7.5 | 1,649 | Moderate-high risk? | + |
| 10. | Clear View | EZ Lite3" | ספוג מעוצב +ג'ל | 8-9.5 | 1,100 | Moderate-high risk | + |
| 11. | Clear View | TTri-lite | ספוג מעוצב + אוויר (ישבן) +ג'ל (ירך) | 7.5-8.5 | 1,100 | Moderate-high risk? | + |
| 12. | Clear View | Cushion Air | אוויר | 6 | 1,300 | High risk? | - |
| 13. | All-scope | Magic seat XP | סיליקון | 4.5 | 1,300 | High risk? | קצת + |
| 14. | רוהו (דק) | Low profile | אוויר | 5 | 2,480 | High risk | - |
| 15. | רוהו (עבה) | High profile | אוויר | 10 | 2,480 | High risk | - |
| 16. | Pride | Synergy | Foam+ויסקו+ג'ל | 8.5-9 | 3,990 | Very high risk | + |
| 17. | עמינה | ויסקו-לטקס | ויסקו-לטקס | 7.5 | 800 | Moderate-high risk | - |
| 18. | עמינה | ויסקו-ג'ל | ויסקו-ג'ל | 7.5 | 450 | Moderate risk | - |
| 19. | עמינה | ספוג | ספוג רגיל | 8 | — | — | |
| 20. | רמות | Status | ויסקו אלסטי | 7 | 1065 | — | |
| 21. | רמות | | ויסקו-אלסטי 3 ס"מ וויסקו + 5 ס"מ ספוג רגיל | 8 | 944 | — | |

? = סימני השאלה בעמודה המתייחסת ל"רמת סיכון לפתוח פצעי לחץ" הנתונים לא נמצאו ביחס לכרית באתר היצרן ונמסרו בע"פ על ידי הספק

לחץ (Ragan, Kernozek, Bidar, Matheson, 2002; Geyer, Brienza, Karg, Trefler, Kelsey, 2001; Eitzen, 2004; Veit, 1993).

* **שיפוע (גרדיאנט) הלחץ:** הפרש הלחצים מנקודות הלחץ המרביות בגוף הנמדד (בדרך כלל ה- Ischial tuberosity) לאזורים סמוכים (בקטרים מתרחקים של 1 ס"מ) מנקודה זו. נמדד ביחידות של מ"מ כספית. המדד שנעשה בו שימוש במחקר הנוכחי הינו הממוצע לכל הדגימות במהלך הליך המדידה. נמצא כי שיפוע לחץ גדול, כמו גם הופעה של לחץ מרבי על אזורי לחץ קטנים), מהווה גורם משמעותי ביצירת פצעי לחץ (Gutierrez, Alm, Hultling, Saraste, 2004).

* **מספר חיישנים המופעלים:** ממוצע מספר החיישנים לאורך המדידה המציינים לחץ הגבוה מ-0 על פני משטח המדידה בכל הדגימות במהלך הליך המדידה. גורם זה נמצא בעל יחס הפוך להיווצרות פצעי לחץ (Yuen, Garrett, 2001) מאחר שכלל שיותר חיישנים נושאי משקל, הלחץ שמפעיל גופו של הנבדק מתחלק על שטח מגוע גדול יותר.

* **א-סימטריה בישיבה:** סכום ההפרשים במידת הלחץ המרבי בין שני צידי הגוף בכל הדגימות במהלך הליך המדידה. גורם זה נמצא כמקושר להופעת פצעי לחץ (Koo, Mak, Lee, 1996; Stinson, Porter-Armstrong, 2004; Eakin, 2003; Gutierrez, Alm, Hultling, Saraste, 2004). נתון זה אינו מסופק ישירות על ידי המערכת הדוגמת ולכן חושב במחקר הנוכחי על ידי הפחתת הערך המרבי תחת עכוז שמאל מהערך המרבי תחת עכוז ימין. ערך מוחלט נמוך מעיד על סימטריה בישיבה בעוד ערך מוחלט גבוה מצביע בברור על א-סימטריה בישיבה.

* **לחץ ממוצע:** ממוצע קריאות הלחץ מכל חיישני משטח המדידה בכל הדגימות במהלך הליך המדידה. גורם זה נחשב כבעל השפעה מסוימת על היווצרות פצעי לחץ (Stinson, Porter, Eakin, 2002).

שקלול הנתונים: לאחר חישוב ערכו היחסי של כל מדד בנפרד, כל הנתונים הממוצעים לכל כרית שוכללו יחד למשוואה שבה השפעת הנתונים אורגנה בסדר יורד כך שהנתון המיטבי בכל המדידות קיבל ערך 100% והיכולת של כל המדידות בכל הכריות להגיע לערך זה הייתה המדד האולטימטיבי. לדוגמה הכרית המציגה את הערכים הספציפיים של לחץ המרבי ה**נמוכים** ביותר מוצגת ככרית בעלת הערך היחסי הגבוה ביותר לעומת זאת הכרית המציגה את מספר החיישנים **הגבוה** ביותר הוגדרה ככרית בעלת הציון היחסי הגבוה ביותר ושאר הכריות דורגו בהתאמה.

בחקירה הנוכחית הוערכו 5 גורמים המשפיעים על היווצרות פצעי לחץ, אולם להערכת החוקרים מידת השפעתם על היווצרות הפצעים אינה שווה. לכן, כל משתנה שוקלל על פי מידת השפעה שונה בהתאם למידת החשיבות של כל נתון בגרימת פצעי לחץ, עפ"י שיקול דעתם של החוקרים, בהסתמך על ניסיונם והספרות המקצועית הקיימת. הגדרת ההשפעה של כל גורם על הציון משוקלל: לחץ מרבי - 30%, שיפוע הלחץ (גרדיאנט) - 20%, מספר חיישנים - 17.5%, א-סימטריה בישיבה - 17.5% ולחץ ממוצע - 15%.

עיבודים סטטיסטיים

המידע שנאסף נותח למציאת מאפייני חלוקה נורמאלית תוך שימוש בדיאגרמות לנורמאליות ומבחני Kolmogorov-Smirnov. ההבדלים בין הכריות במשתנים התלויים (לחץ מרבי, לחץ ממוצע, א-סימטריה בישיבה, ושיפוע הלחץ) נבדקו על ידי מבחן ANOVA, מבחן Tukey ומבחני T-TEST. רמת המובהקות מזווגים תוך שימוש בתוכנה סטטיסטית מסחרית SPSS 14. רמת המובהקות הסטטיסטית עמדה על $p < 0.05$.

על כסא הגלגלים ששימש כסימולטור (כסא גלגלים מתכוונן, פריק, 45x45, ממאגר הכיסאות הקיים של משרד הרווחה), הונח קרש ועליו הונחו הכריות בסדר אקראי. גובה הרגליות הותאם על פי גובה הכרית הנבדקת ומבנה גופם של הבודקים אשר ישבו על הכריות השונות, כך שהירכיים יקבילו תמיד לפני הקרקע. גב כסא הגלגלים כוון לאורך כל הבדיקה לזווית ישיבה נוחה של כ- 100 מעלות במפרק הירך.

מערכת ה-FSA כוילה בהתאם להוראות היצרן בתחילת כל יום.

הדגימה מכל כרית נמשכה 15 דקות, שני הבודקים היו גבר ואישה מבוגרים (גיל ממוצע 50 שנה), בריאים בעלי מבנה גוף ממוצע. המערכת תוכנתה כך שמרגע תחילת המדידה נדגמו מדדי הישיבה אחת לעשירית השנייה.

במהלך הבדיקה על מנת על מנת למנוע את המיקוד בשיבה ובכרית ושמירה על מיקוד הבודקים בחלל, הבודקים צפו בטלוויזיה/מחשב.

מערכת המדידה

במחקר נעשה שימוש במערכת מיפוי לחצים מסוג FSA המודדת את חלוקת הלחץ בין משטח נשיאת המשקל (לדוגמה - מושב כסא הגלגלים) לבין חלקי הגוף הבאים במגע עם משטח נשיאת המשקל.

מערכות מסוג זה מקובלות לשם קבלת מידע חיוני ביחס למאפייני המגע (עוצמה, תדירות, חלוקת המשקל, ממוצע הלחץ ועוד) ובמקרה של ישיבה בכסא גלגלים עשויות לשפר את הערכת איש המקצוע בנוגע להתאמת כסא הגלגלים ובבחירת כרית מושב אשר תמנע התפתחות פצעי לחץ.

המערכת אשר שמשה במחקר הנוכחי הנה מערכת FSA (גרסה 3.1.04). מערכת זו הנה מערכת קנדית במקור של חברת VERG inc, כתובתה: 120 Maryland street Winnipeg, Manitoba, Canada הנמכרת בארץ כיום על ידי "המרכז לאיכות חיים".

ניתן לראות את התמונה היוזואלית המתקבלת מהמערכת ופרטים נוספים ביחס למערכת מיפוי לחצים באתר:

http://sci.washington.edu/info/forums/reports/pressure_map.asp

שיטת הדגימה, איסוף ועיבוד הנתונים

הנתונים נאספו על ידי המערכת אחת לעשירית השנייה. הממצאים הרלוונטיים ביחס ללחץ מרבי, לחץ ממוצע, שיפוע (גרדיאנט) הלחץ, מספר חיישנים המופעלים (מתוך 256 החיישנים של מערכת המדידה) הוקלדו למחשב עבור כל כרית. התוצאות של שני הבודקים הוזנו למאגר נתונים ולגבי כל מדידה חושב הממוצע בין שני הבודקים. ביחס לכל מדד נמצא כי קיימות סטיות יחסית גדולות בתחילת ובסיום משך הישיבה. התבוננות בנתונים לאורך זמן במהלך הישיבה שנאספו מכל כרית וכן מכל בודק הצביעה על יציבות יחסית של ערכי המדידה בפרק זמן מרכזי. זאת ועוד פרוטוקול המדידה של המערכת מחייב התחלת המדידה רק לאחר מספר דקות של ישיבת הנבדק. לכן, עבור כל כרית הוסרו הנתונים מחמש הדקות הראשונות (הסתגלות) וכן שתי הדקות האחרונות (התארגנות לסיום הבדיקה). פרק הזמן האמצעי שמשכו 8 דקות הוגדר על ידי החוקרים כטווח הזמן היציב.

המשתנים התלויים שהתקבלו ממערכת המדידה.

* לחץ מרבי: לחץ מרבי מסמן את הלחץ הגבוה ביותר שנמצא בכל דגימה של מערכת מיפוי הלחצים ביחס לכל כרית ברגע נתון. הערך המדווח ביחס לכל כרית הוא הערך הממוצע (בין שני בודקים) של כלל הדגימות במהלך הישיבה על הכרית (במ"מ כספית). גורם זה נחשב כמשפיע העיקרי על היווצרות פצעי

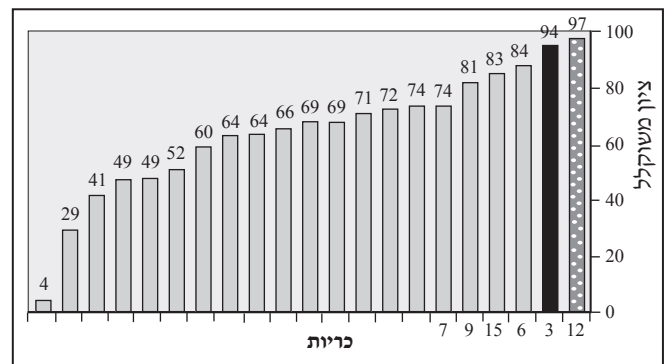
תוצאות:

התוצאות המוצגות הן שקלול של כלל הערכים הממוצעים של שני הבודקים (לחץ מרבי, שיפוע הלחץ, מספר חיישנים, לחץ ממוצע):

❖ לחץ מרבי - חמש הכריות שהראו ערכי לחץ מרבי הנמוכים ביותר, לאורך זמן הן כריות: 12, 3, 6, 15, 9 (ראה גרף מספר 1). ממוצע הלחץ המרבי וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הטובים ביותר עומד על 10.0 ± 86.0 מ"מ כספית. ממוצע הלחץ המרבי וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הגרועים ביותר 17.9 ± 126.9 מ"מ כספית. ההבדל בין הערכים הממוצעים של הכריות בעלות הערכים הטובים לכריות בעלות הערכים הירודים נמצא משמעותי סטטיסטי ($p < 0.00$).

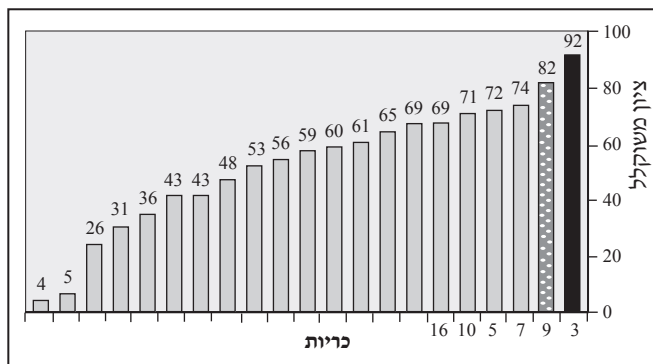
❖ מספר חיישנים - חמש הכריות שאפשרו חלוקת הלחץ על פני מספר החיישנים הגדול ביותר במשך טווח הזמן היציב הן כריות: 3, 9, 5, 10, 7 (ראה גרף 3). ממוצע מספר החיישנים וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הטובים ביותר 3.5 ± 225.0 . ממוצע מספר החיישנים וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הירודים ביותר 5.9 ± 190.8 . ההבדל בין ערכי הממוצעים של הכריות בעלות הערכים הטובים לכריות בעלות הערכים הירודים נמצא משמעותי סטטיסטי ($p < 0.00$).

גרף מספר 1 - לחץ מרבי עבור כלל הכריות שהשתתפו במחקר



כרית 12 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 2 (מסומנת באפור עם נקודות לבנות) כרית מספר 3 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 1 (מסומנת בשחור)

גרף מספר 3 - מספר החיישנים עבור כלל הכריות שהשתתפו במחקר

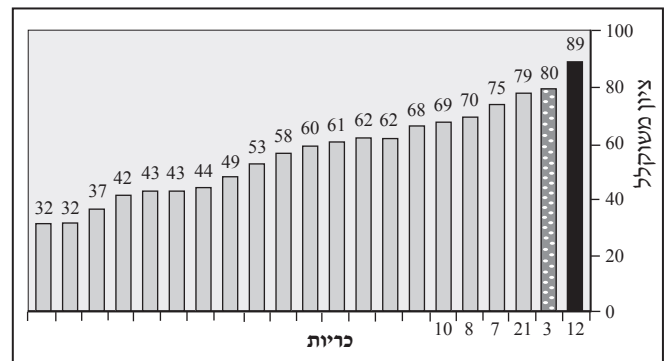


כרית 3 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 1 (מסומנת בשחור) כרית מספר 9 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 2 (מסומנת באפור עם נקודות לבנות)

❖ שיפוע הלחץ (גרדיאנט) - חמש הכריות שהראו את ערכי שיפוע הלחץ הנמוכים ביותר במשך טווח הזמן היציב הן כריות: 12, 3, 7, 21, 4 (ראה גרף מספר 2). ממוצע שיפוע הלחץ וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הטובים ביותר עומד על 6.7 ± 30.9 מ"מ כספית. ממוצע שיפוע הלחץ וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הירודים ביותר עומד על 8.9 ± 50.5 מ"מ כספית. ההבדל בין הערכים הממוצעים של הכריות בעלות הערכים הטובים לכריות בעלות הערכים הירודים נמצא משמעותי סטטיסטי ($p < 0.00$).

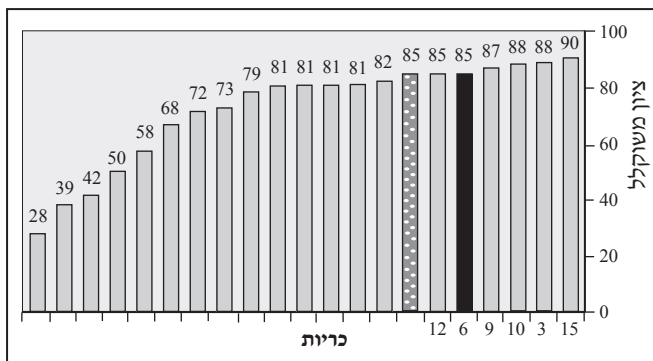
❖ סימטריה בישיבה - חמש הכריות שהראו את ערכי הישיבה הסימטריים המיטביים (ערך מוחלט נמוך) במשך טווח הזמן היציב הן כריות: 15, 5, 19, 10, 12 (גרף מספר 4). ממוצע ערכי הסימטריה בישיבה וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הטובים ביותר עומד על 7.5 ± 9.1 . ממוצע ערכי הסימטריה בישיבה וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הירודים ביותר 19.6 ± 34.5 . ההבדל בין ערכי הממוצעים של הכריות בעלות הערכים הטובים לכריות בעלות הערכים הירודים נמצא משמעותי סטטיסטי ($p < 0.00$).

גרף מספר 2 - שיפוע הלחץ עבור כלל הכריות שהשתתפו במחקר



כרית 12 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 1 (מסומנת בשחור) כרית מספר 3 נמצאה ככרית העדיפה ביותר על ידי בוחן מספר 2 (מסומנת באפור עם נקודות לבנות)

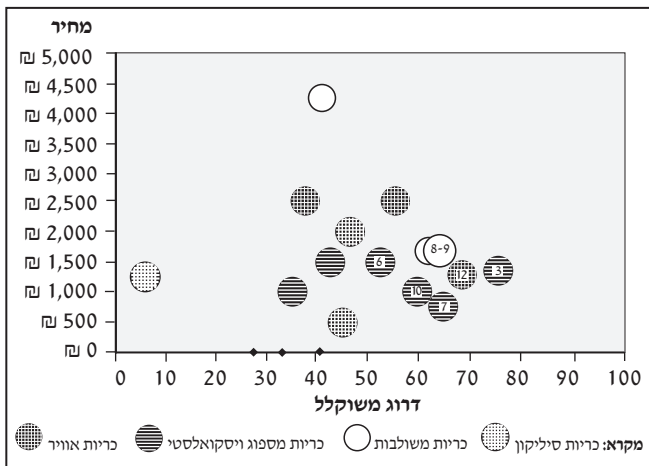
גרף מספר 4 - אסימטריה בישיבה עבור כלל הכריות שהשתתפו במחקר



כרית 6 נמצאה ככרית העדיפה בהתייחס לנתון ישיבה אסימטרית לחץ ממוצע על ידי בוחן מספר 1 (מסומנת בשחור) כרית מספר 8 נמצאה ככרית העדיפה ביותר ביחס לנתון ישיבה אסימטרית על ידי בוחן מספר 2 (מסומנת באפור עם נקודות לבנות)

❖ **איכות הכרית האובייקטיבית ביחס למחיר הכרית** - על מנת לבדוק האם קיים קשר בין מחיר הכרית לבין הערך האובייקטיבי שלה שנמצא באמצעות מערכת מיפוי הלחצים, הכריות הושוו ביחס למחירן כפי שהועברו על ידי הספקים. נמצא כי אין כל קשר בין מחיר הכריות (ציר ה-Y) לבין איכות הכרית האובייקטיבית (ציר ה-X), (גרף מספר 7). כך לדוגמה, מחיר כרית מספר 3 אשר מכלול תכונותיה נמצא מיטבי למניעת פצעי לחץ היה נמוך מכריות אחרות שתכונותיהן האובייקטיביות נפלו מכרית זו; לעומת זאת מחיר כרית מספר 16 אשר לא נמנתה על חמש הכריות הראשונות היה גבוה במידה ניכרת מכל שאר הכריות.

גרף מספר 7 - סיכום ערך משוקלל של הכריות שהשתתפו במחקר בהתייחס למחירן



דיון ומסקנות

המחקר הנוכחי השווה נתונים אובייקטיביים של כריות למניעת פצעי לחץ תוך שימוש במערכת מיפוי הלחצים. התוצאות הראו כי קיימת שונות גבוהה בין הכריות. המערכת מאפשרת זיהוי מאפיינים אשר ידוע כי הם קשורים למניעת פצעי לחץ וכמו כן, מאפשרת לדרג את איכות הכריות על פי מאפיינים אלה.

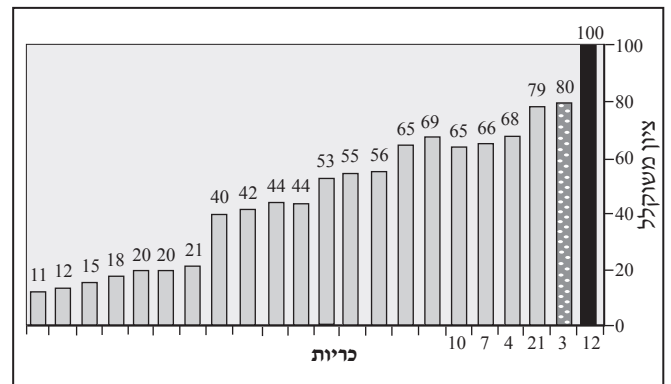
לחץ מרבי

חמש הכריות שהראו ערכי לחץ מרבי הנמוכים ביותר במהלך הזמן היציב היו עשויות מחומרים שונים: שתיים מהן כריות אוויר (12, 17), כרית אחת מחומר ויסקואלסטי (3) ושתי כריות הכוללות שילובים של ג'ל עם חומרים שונים (6, 9). שתיים מכלל הכריות היו אנטומיות¹ (3, 9). ממצאים אלו מעידים כי קיימים מגוון של משתנים המשפיעים על היווצרות לחץ מרבי (חלקם קשורים לחומר ממנו עשויה הכרית ולצורתה). בניגוד למחקרים קודמים (Brienza, Karg, Brubaker, 1996; Sprigle, Chung, & Brubaker, 1990) (Reddy, Patel, Cochran, & Brunski, 1982) הממצאים במחקר הנוכחי מעלים כי מבנה אנטומי של כרית אינו גורם מחייב בעת בחירה של הקלינאי בכרית שעיקר יעודה הוא הפחתת הלחץ. לאור הנתונים שנמצאו במחקר הנוכחי לא ניתן להגדיר חומר ספציפי או מבנה כרית ספציפי אשר נמצא כעדיף באופן גורף כאשר מטרת הקלינאי להפחית את עוצמת הלחץ המרבי בין גוף היושב ומשטח הישיבה.

¹ כרית אנטומית - הנה כרית בעלת מבנה המותאם למבנה הגוף האנושי

❖ **לחץ ממוצע** - חמש הכריות שנמצאו בעלות הערכים הנמוכים ביותר בנושא לחץ ממוצע במשך טווח הזמן היציב הן כריות: 12, 3, 7, 21, 6 (גרף מספר 5). ממוצע הלחץ הממוצע וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הטובים ביותר עמד על 29.2 ± 2.9 מ"מ כספית. ממוצע הלחץ הממוצע וסטיית התקן ל-5 הכריות בעלות הערכים הירודים ביותר 36.9 ± 3.0 מ"מ. ההבדל בין הערכי הממוצעים של הכריות בעלות הערכים הטובים לכריות בעלות הערכים הירודים נמצא משמעותי סטטיסטי ($p < 0.00$).

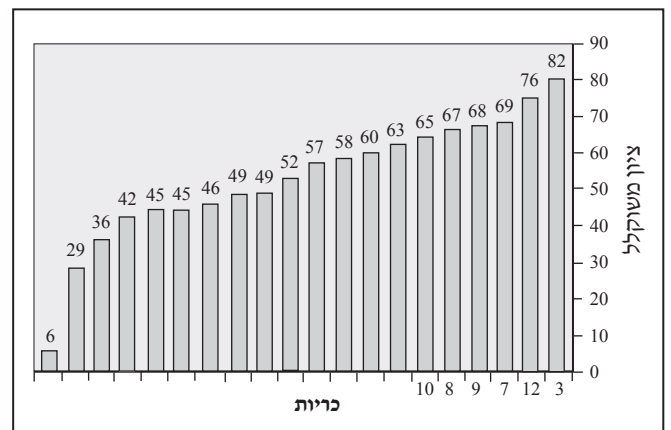
גרף מספר 5 - לחץ ממוצע עבור כלל הכריות שהשתתפו במחקר



כרית 12 נמצאה ככרית העדיפה בהתייחס לנתון לחץ ממוצע על ידי בוחן מספר 1 (מסומנת בשחור) כרית מספר 3 נמצאה ככרית העדיפה ביותר בהתייחס לנתון לחץ ממוצע על ידי בוחן מספר 2 (מסומנת באפור עם נקודות לבנות)

❖ **כלל הכריות** - דרוג איכות משוקלל של נתוני כלל הכריות התבצע כפי שתואר בסעיף ניתוח הנתונים. בהתאם לחישוב הנ"ל נמצא כי הכריות אשר הציגו את מכלול הנתונים הטוב ביותר הן כריות מספר: 3, 12, 7, 9, 8 (ראה גרף מספר 6 ביחס לנתוני הכריות ראה טבלה מספר 1).

גרף מספר 6 - סיכום ערכים משוקללים של כלל הכריות שהשתתפו במחקר



שיפוע הלחץ (גרדיאנט)

מתוך חמש הכריות שנמצאו בעלות הערכים הנמוכים ביותר ביחס לשיפוע הלחץ בטווח היציב, ארבע היו כריות מחומר ויסקואלסטי (3, 4, 7, 21) ואחת כרית אוויר (12). שלוש מחמש הכריות היו אנטומיות (3, 4, 7). ניתן להניח מנתונים אלו כי כריות מחומר ויסקואלסטי מציגות עדיפות במניעת נקודות לחץ ממוקדות בהשוואה לכריות מחומרים אחרים. ממצאים אלו מכוונים את הקלינאי להעדיף כרית מחומר ויסקואלסטי או אוויר בעת שהיושב מציג מוקדים בהם מתקיים לחץ מוגבר על משטח הישיבה והמטרה העיקרית של הכרית תהיה פיזור הלחץ. הממצאים בנושא הפחתת שיפוע הלחץ אינם נתמכים על ידי ממצאים קודמים אשר טענו כי מבנה אנטומי של הכרית הינו גורם חיוני ביכולת הכרית לפזר לחץ נקודתי (Sprigle, Chung, Brubaker, 1996). עם זאת, לאור המדגם הקטן יש להיזהר בהשלכות גורפות של ממצא זה ויש למקד את המחקרים להעמיק בממצאים המדווחים בנושא האמור.

מספר חיישנים

מכלל חמש הכריות שהראו מספר חיישנים מרבי בטווח הזמן היציב נמצאו שתי כריות עם ספוג ויסקואלסטי (3, 7) ושלוש כריות של שילובים שונים (5, 9, 10). כל הכריות היו אנטומיות. הממצאים מרמזים כי פרישת הלחץ השווה ביותר על פני משטח הישיבה/ מדידה קשורה למבנה הכרית האנטומית וכי החומר ממנו עשויה הכרית הנו רלוונטי פחות במידה והקלינאי מעוניין להשיג בעיקר חלוקה שווה של הלחץ על כלל משטח הישיבה. ממצא זה תואם ממצאים ממחקרים קודמים (Brienza, Karg, Brubaker, 1996).

א-סימטריה בישיבה

הכריות שהציגו היכולת לסייע במצבים של א-סימטריה בישיבה היו שתי כריות אוויר (12, 15), שתי כריות משילובים שונים (5, 10) וכרית ספוג פשוט (19) מכלל חמש הכריות שהציגו את הערכים הסימטריים ביותר בטווח הזמן היציב, שתי כריות היו אנטומיות (5, 10). הממצאים אינם מצביעים על קריטריונים ייחודיים לכרית כאשר הקלינאי מעוניין בעיקר להשיג שיפור בישיבה א-סימטרית של היושב.

לחץ ממוצע

מכלל חמש הכריות שהציגו ערכי לחץ ממוצע הנמוכים ביותר בטווח הזמן היציב, כרית אחת מאוויר (12) שלוש כריות הינן כריות מחומר ויסקואלסטי (3, 7, 21) וכרית אחת משולבת עם ג'ל (6). שתי כריות מהנ"ל היו אנטומיות (3, 7). הממצאים הנוכחיים אינם מעלים חומר ספציפי ממנו עשויה כרית שתכונותיה יעילים כאשר מדובר בשמירה על לחץ ממוצע נמוך.

מהימנות בין בודקים

כל התוצאות המדווחות במסגרת המחקר הנוכחי הינם תוצאות ממוצעות שהתקבלו ממדידה לא תלויה של שני נבדקים. במחקר הנוכחי לא נבדקה מראש מהימנות בין הנבדקים, אולם הממצאים הממוצעים והמשוקללים מכל המדדים שהוערכו, פרט למדד א-סימטריה בישיבה, נמצאו שונים בהפרש של כרית אחת בלבד בין שני הנבדקים (כלומר כאשר כרית אחת נמצאה מדורגת כראשונה עבור נבדק 1, אותה כרית או הכרית הסמוכה, נמצאה מדורגת כראשונה עבור נבדק 2) עובדה המעידה כי למרות השונות האישיה (במין, מאפייני ישיבה אישיים ובמבנה הגוף) בין הנבדקים המערכת הראתה תוצאות דומות לשניהם. עם זאת, השימוש בתוצאות ממוצעות אשר נועד לבטל את השונות האישיה

הנ"ל נמצא כמוצדק ויש להעדיף מספר נבדקים ושימוש בתוצאות ממוצעות במחקרים דומים. יש לציין עם זאת, כי קיימים מחקרים המדווחים על שונות בין נבדקים שונים (Koo, Mak, Lee, 1996; Bar, 1991), וממצאים אלו מחייבים הכנסת מדידה של מהימנות בין נבדקים במחקרים עתידיים.

הגדרת כריות בעלות מאפיינים משופרים - בהסתכלות על חמש הכריות שהראו ציונים גבוהים בציון המשוקלל נמצא כי המאפיין היחיד המשותף לכל הכריות הללו היה היותן כריות אנטומיות המעוצבות באופן התואם את קווי המתאר של גוף היושב. ממצא זה נתמך על ידי מחקרים רבים (Brienza, Karg, Brubaker, 1996; Sprigle, Chung, & Brubaker, 1990; Reddy, Patel, Cochran, & Brunski, 1982).

בנוסף על יכולתן של כריות אלו להפחית לחץ הן נמצאו בעבר גם כמפחיתות כוחות גזירה על העכוז (Swart, 1985). עם זאת, החומר ממנו עשויות הכריות (אוויר, ספוג ויסקואלסטי, ושילובים של חומרים שונים) נמצא שונה בין כל הכריות שנבדקו ולא ניתן להגדיר חומר אחד העולה על אחרים בעת בחירת כרית למניעת פצעי לחץ. ממצא זה תואם מחקרים קודמים אשר מצאו עדיפות לכריות אוויר, לספוגים ויסקואלסטיים (Defloor, Grypdonck 1991) או לאחרות. גם ממצאים ממחקרים קודמים מעידים על השונות הגדולה בין יושבים שונים ומעלים את הצורך בהתאמה אישית של כרית לכל משתמש בכסא גלגלים. ממצאים אלו תואמים ממצאים קודמים (Garber, Krouskop, 1984).

שיקולים נוספים בבחירת כרית למניעת פצעי לחץ:

יש לזכור כי מערכת מיפוי לחצים אינה באה להחליף את הקלינאי אלא לספק לו מידע רב יותר המסייע בתהליך קבלת ההחלטה ביחס לכרית המתאימה ללקוח. כאשר הקלינאי ממליץ על כרית מסוימת ללקוח עליו לקחת בחשבון גורמים נוספים פרט למשתנים שנבדקו במחקר הנוכחי. גורמים אלו יהיו אורח חייו של המטופל, סביבות החיים בהן הוא מתפקד, מידת האקטיביות שלו, מגבלותיו המוטוריות והתחושתיות ועוד. כמו כן בעת ההחלטה על הכרית המתאימה למטופל יש לקחת בחשבון נתונים נוספים כגון: משקל הכרית, סוג העטיפה, צורת הכרית, הרישום על הכרית, מידת הטיפול הדרוש לכרית.

❖ **משקל:** כריות ג'ל נוטות להיות בעלות משקל ניכר ולכן יש לתת עדיפות פחותה לכריות מסוג זה כאשר המטופל עובר בין מסגרות שונות במהלך יומו המחייבות קיפול כסא הגלגלים והורדת הכרית מחדש בכל פעם. מצב נוסף אשר עשוי להפחית את השימוש בכרית כבדה הוא מצב בו המטופל העיקרי בעל מבנה גוף קטן או חלש (בן/בת זוגו של המטופל) אשר יקשה עליו להתמודד עם כרית בעלת משקל ניכר. לכן במצבים אלו תהיה עדיפות לכריות אוויר שהינן הקלות מבין הכריות.

❖ **סוג העטיפה:** לכריות מסוימות עטיפה מחומר אנטי בקטריאלי. חומר מסוג זה יפחית ריחות העשויים לעלות מכרית אשר המשתמש בה אינו שולט לחלוטין בצרכיו. ולכן כרית מסוג זה תקבל עדיפות במצבים מסוימים.

❖ **צורת הכרית:** כפי שעולה מהמחקר הנוכחי וכן ממחקרים קודמים כריות בעלות עיצוב מובנה (כולל כריות אנטומיות) נמצאו עדיפות ביכולתן להפחית לחץ ולכן למנוע הופעת פצעי לחץ. עם זאת, כאשר אנו מעוניינים

דמיון מסוים, ואחידות במאפייני הישיבה במטרה למקד את המדידה בכריות ולא במגבלות היושבים. יש לציין כי אנשים בעלי מגבלות פיזיות עשויים להציג מאפייני ישיבה שונים לגמרי גם אם אבחנתם זהה. שונות זו הייתה עשויה לפגום במדידה המשוקללת האובייקטיבית של הכרית. עם זאת, ברור כי על מנת להעמיק את הידע והיכולת הקלינית של המטפלים, רצוי לבצע מחקרים נוספים הדוגמים אוכלוסיות שונות בעלות מגבלות מוטוריות ותחושתיות.

❖ **אופן עיבוד הנתונים** - על מנת לקבל דירוג של הכריות בהסתמך על כלל הנתונים ומאחר והיה ברור כי אין שוויון בין הנתונים שנמדדו ומידת "תרומתם" להופעת פצעי לחץ, התקבלה החלטה על ידי החוקרים להעריך גורמים שונים האחראיים לפצעי לחץ (לחץ מרבי, שיפוע הלחץ ואסימטריה בישיבה, לחץ ממוצע ומספר חיישנים) על פי דרוג שנבנה על ידי החוקרים בהסתמך על הספרות העולמית בנושא פצעי לחץ ועל פי ניסיון החוקרים. לשקלול זה אין ביסוס קודם בספרות וניתן לחלוק עליו.

❖ **משך המדידה הקצר** - המחקר הנוכחי דגם את הכריות למשך 15 דקות בלבד. מאחר ומשתמשים קבועים יושבים על כסא הגלגלים למשך שעות רבות ביום, מדידה ארוכה יותר הייתה מאפשרת קבלת נתונים התואמים יותר את אופי השימוש בכריות למניעת פצעי לחץ. נתון זה מחייב זהירות בהסקת המסקנות ביחס לאיכות הכריות הנבדקות בשימוש יומיומי ממושך וחשוב בעתיד לבצע מחקרים אשר יענו על נקודה זו.

סיכום

המחקר הנוכחי בדק מאפיינים אובייקטיביים של כריות למניעת פצעי לחץ. הממצאים מראים כי רצוי להעדיף כרית אנטומית על פני כרית שאינה כזו. עם זאת, החומר ממנו עשויה הכרית, מחירה והגדרת היצרן ביחס ליעילות הכרית אינם מהווים גורם שניתן לסמוך עליו בעת בחירת כרית ללקוח הנמצא בסיכון לפתח פצעי לחץ. הממצאים הללו תומכים בגוף ידע קיים שעל פיו יש לבחור לכל משתמש כרית למניעת פצעי לחץ בהתאמה אישית, רצוי תוך שימוש במערכת מיפוי לחצים המוסיפה נתונים בעלי ערך המשפרים את תהליך קבלת ההחלטות של הקלינאי.

מערכת מיפוי הלחצים התגלתה במחקר זה ככלי רב ערך בהערכת מאפיינים אובייקטיביים של כריות נגד פצעי לחץ. לאור ראשוניות הממצאים מתבקשת בדיקה מעמיקה יותר של הנתונים שנמצאו על מנת לחזק את תוצאות המחקר הנוכחי. מומלץ כי בדיקות תקופתיות אלו יערכו לכריות הנמכרות בארץ ותוצאותיהן יפורסמו בין קהל הפיזיותרפיסטים לשם שיפור השירות אותו הם מספקים ללקוחותיהם.

להכניס כריות מסוג זה למעון סיעודי יש לקחת בחשבון את היכולת להדריך את הצוות בשימוש נכון בכרית מכיוון שהנחת כרית אנטומית באופן לא נכון עשויה להזיק יותר מאשר להועיל. אי לכך, במקרים של שימוש בכריות אלו במוסד שבו מטפלים רבים, יש להקדיש זמן להדרכת הצוות ולסימון ברור ובולט על הכרית בשפות בהם משתמשים המטפלים. במידה ולא ניתן להשיג שימוש נכון בכרית, רצוי להשתמש בכריות שטוחות המספקות מניעה שווה בכל כיוון בו הן מונחות.

❖ **הרישום על הכרית**: במידה ועל כרית מסוימת להיות מונחת בצורה מסוימת על מנת למנוע היווצרות פצעי לחץ, כיווני ההנחה של הכרית חייבים להיות מסומנים בברור על ידי היצרן (וכיום רובן חייבות בהנחה מושכלת). במידה וסימון כזה אינו קיים יש להעדיף כרית בעלת סימונים ברורים. על כל מקרה על הפיזיותרפיסט המטפל לוודא את ידיעות הצוות ולדאוג לסימון נכון ובולט.

❖ **מידת הטיפול הדרוש לכרית**: חלק מן הכריות (במיוחד כריות אוויר מסוימות) דורשות בדיקה של מידת מלאות האוויר לפני התחלת השימוש בכרית ובאופן תקופתי. מצבים של מעט מדי או יותר מדי אוויר בכרית מהווים סכנה להיווצרות פצעי לחץ, לכן כריות הדורשות תחזוקה ברמה גבוהה (בדיקת הכרית לפני תקרים ושמידה על מידת הניפוח הנכונה) אינן מומלצות למוסדות בהן לצוות המטפל חסרים הכישרים לטפל בכרית בהתאם לדרישות היצרן.

❖ **העדפת היושב**: הערכה אישית של היושב את מידת הנוחות שלו על כל כרית אף היא חשובה וניתן להתייחס אליה כמעין "מדד זהב" כאשר בידי הפיזיותרפיסט חסרים כלים אובייקטיביים להערכת יעילות הכרית. מדד זה אינו תקף כמובן כאשר המשתמש חסר יכולת קוגניטיבית מספקת (משתמש עם לקות קוגניטיבית מכל סוג שהוא או עם מגבלות תחושתיות).

מגבלות המחקר

למחקר הנוכחי מספר מגבלות כגון: מספר הבדקים הקטן, העובדה שהבדקים הם אנשים ללא מגבלות, אופן עיבוד הנתונים ומשך המדידה הקצר.

מספר הבדקים: מספר הבדקים היה מצומצם ולכן הסקת המסקנות צריכה להיות זהירה. אם זאת, המטרה הייתה לבדוק את הערכים האובייקטיביים של הכריות ומאחר והללו הושו בתנאים זהים יש לתוצאות ערך קליני. בנוסף יש לציין כי במחקרים רבים שפורסמו עד כה, נעשה שימוש לעיתים אפילו בבחון בודד כך שהמחקר הנוכחי אינו חריג בנקודה זו.

העובדה שהבדקים אנשים ללא מגבלות: עובדת היות הבדקים אנשים ללא מגבלות נעשתה כדי לפשט את תהליך קבלת האישורים למחקר וכדי להשיג

מקורות

1. עורי, א. התפתחות השימוש בכסא הגלגלים. מתוך י. הוצלר (עורך) תנועה עם כסא גלגלים, המכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן במכון וינגייט, אחוה הוצאה לאור, חיפה, 1995. עמ': 17-13.
2. עורי, א., פרידמן, א. ודביר, ז. הושבה. מתוך י. הוצלר (עורך) תנועה עם כסא גלגלים, המכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן במכון וינגייט, אחוה הוצאה לאור, חיפה, 1995. עמ': 20-19.
3. לוי, ר.כריות ישיבה לכסא גלגלים. מתוך י. הוצלר (עורך) תנועה עם כסא גלגלים, המכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן במכון וינגייט, אחוה הוצאה לאור, חיפה, 1995. עמ': 22-21.
4. הוצלר, י. (א') התאמת כסא גלגלים למשתמש מתוך י. הוצלר (עורך) תנועה עם כסא גלגלים, המכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן במכון וינגייט, אחוה הוצאה לאור, חיפה, 1995. עמ': 31-23.
5. הוצלר, י. (ב') תפעול כסא גלגלים בחיי היום יום ובספורט. י. הוצלר (עורך) תנועה עם כסא גלגלים, המכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן במכון וינגייט, אחוה הוצאה לאור, חיפה, 1995. עמ': 49-45.

8. Coggrave M.J., and Rose L.S. Specialist seating assessment clinic: changing pressure relief practice. *Spinal Cord*. 2003 Dec; 41(12):692-5.
9. Collins F. An adequate service? Specialist seating provision in the UK. *J Wound Care*. 2001 Sep; 10(8):333-7.
10. Cooper R.A., Dvorznak M.J., Rentschler A.J., Boninger M.L. Displacement between the seating surface and hybrid test dummy during transitions with a variable configuration wheelchair: a technical note. *J Rehabil Res Dev*. 2000 May-Jun; 37(3):297-303.
11. Cooper P. Cushions and specialist chairs for pressure sore management. *Br J Nurs*. 1998 Aug 13-Sep 9; 7(15):914-6.
12. Dabnichki P., Taktak D. Pressure variation under the ischial tuberosity during a push cycle. *Med Eng Phys*. 1998 Jun; 20(4):242-56.
13. Defloor T., Grypdonck M.H. Do pressure relief cushions really relieve pressure? *West J Nurs Res*. 2000 Apr; 22(3):335-50.
14. Eitzen I. Pressure mapping in seating: a frequency analysis approach. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004 Jul; 85(7):1136-40.
15. Ferrarin M., Andreoni G., Pedotti A. Comparative biomechanical evaluation of different wheelchair seat cushions. *J Rehabil Res Dev*. 2000 May-Jun; 37(3):315-24.
16. Garber S.L., Krouskop T.A. Wheelchair cushion modification and its effect on pressure. *Arch Phys Med Rehabil*. 1984 Oct; 65(10):579-83.
17. Geyer M.J., Brienza D.M., Karg P., Treffler E., Kelsey S. A randomized control trial to evaluate pressure-reducing seat cushions for elderly wheelchair users. *Adv Skin Wound Care*. 2001 May-Jun; 14(3):120-9; quiz 131-2.
18. Gutierrez E.M., Alm M., Hultling C., Saraste H. Measuring seating pressure, area, and asymmetry in persons with spinal cord injury. *Eur Spine J*. 2004 Jul; 13(4):374-9. Epub 2003 Nov; 25.
19. Gutierrez E.M., Alm M., Hultling C., Saraste H. Measuring seating pressure, area, and asymmetry in persons with spinal cord injury. *Eur Spine J*. 2004 Jul; 13(4):374-9.
20. Hampton S. Introducing the Reflexion pressure-redistributing cushion. *Br J Nurs*. 2002 Apr 11-24; 11(7):509-13.

1. Aissaoui R., Boucher C., Bourbonnais D., Lacoste M., Dansereau J. Effect of seat cushion on dynamic stability in sitting during a reaching task in wheelchair users with paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Feb; 82(2):274-81.
2. Apatsidis D.P., Solomonidis S.E., Michael S.M. A comparison of healing rates on two pressure-relieving systems. *Br J Nurs*. 2000 Dec 8-2001 Jan. 10; 9(22):2270-80.
3. Bar C.A. Evaluation of cushions using dynamic pressure measurement. *Prosthet Orthot Int*. 1991 Dec; 15(3):232-40.
4. Beange, H.P. Caring for a vulnerable population. Who will take responsibility for those getting a raw deal from the health care system? A paper presented at the conference of the Australian Society for the Study of Intellectual Disability (NSW), Sydney, 12 May 1995.
5. Brienza D.M., Karg P.E., Geyer M.J., Kelsey S., Treffler E. The relationship between pressure ulcer incidence and buttock-seat cushion interface pressure in at-risk elderly wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Apr; 82(4):529-33.
6. Brienza D.M., Karg P.E., Brubaker C.E. Seat cushion design for elderly wheelchair users based on minimization of soft tissue deformation using stiffness and pressure measurements. *IEEE Trans Rehabil Eng*. 1996 Dec; 4(4):320-7.
7. Burns S.P., Betz K.L. Seating pressures with conventional and dynamic wheelchair cushions in tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999 May; 80(5):566-71.

21. Hefzy M.S., Nemunaitis G., Hess M. Design and development of a pressure relief seating apparatus for individuals with quadriplegia. *Assist Technol.* 1996; 8(1):14-22.
22. Jansen D.E.M.C., Krol B., Groothoff J.W., and Post, D. People with intellectual disability and their health problems: A review of comparative studies. *Journal of Intellectual Disability Research*, 2004; 48(2):93-102.
23. Kang T.E., Mak A.F. Evaluation of a simple approach to modify the supporting property of seating foam cushion for pressure relief. *Assist Technol.* 1997; 9(1):47-54.
24. Kang T.E., Mak A.F. Development of a simple approach to modify the supporting properties of seating foam for pressure relief. *J Rehabil Res Dev.* 1998 Jan; 35(1):52-60.
25. Kernozek T.W., Lewin J.E. Seat interface pressures of individuals with paraplegia: influence of dynamic wheelchair locomotion compared with static seated measurements. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998 Mar; 79(3):313-6.
26. Kernozek T.W., Wilder P.A., Amundson A., Hummer J. The effects of body mass index on peak seat-interface pressure of institutionalized elderly. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Jun; 83(6):868-71.
27. Koo T.K., Mak A.F., Lee Y.L. Posture effect on seating interface biomechanics: comparison between two seating cushions. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996 Jan; 77(1):40-7.
28. Koo T.K., Mak A.F., Lee Y.L. Evaluation of an active seating system for pressure relief. *Assist Technol.* 1995; 7(2):119-28.
29. Krauss M.W., Gulley S., Sciegaj M., Wells N. Access to specialty medical care for children with mental retardation, autism, and other special health care needs. *Ment Retard.* 2003 Oct; 41(5):329-39.
30. Parent F., Dansereau J., Lacoste M., Aissaoui R. Evaluation of the new flexible contour backrest for wheelchairs. *J Rehabil Res Dev.* 2000 May-Jun; 37(3):325-33.
31. Pellow T.R. A comparison of interface pressure readings to wheelchair cushions and positioning: a pilot study. *Can J Occup Ther.* 1999 Jun; 66(3):140-9.
32. Ragan R., Kernozek T.W., Bidar M., Matheson J.W. Seat-interface pressures on various thicknesses of foam wheelchair cushions: a finite modeling approach. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Jun; 83(6):872-5.
33. Rosenthal M.J., Felton R.M., Hileman D.L., Lee M., Friedman M., Navach J.H. A wheelchair cushion designed to redistribute sites of sitting pressure. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996 Mar; 77(3):278-82.
34. Royal College of Nursing, The use of pressure-relieving devices (beds mattresses and overlays) for the prevention of pressure ulcers in primary and secondary care. Second edition, London, 2005.
35. Russell L., Reynolds T.M., Carr J., Evans A., Holmes M. Randomised controlled trial of two pressure-relieving systems. *J Wound Care.* 2000 Feb; 9(2):52-5.
36. Shaw C.G. Seat cushion comparison for nursing home wheelchair users. *Assist Technol.* 1993; 5(2):92-105.
37. Sprigle S., Chung K.C., Brubaker C.E. Reduction of sitting pressures with custom contoured cushions. *J Rehabil Res Dev.* 1990 Spring; 27(2):135-40.
38. Stinson M.D., Porter-Armstrong A.P., Eakin P.A. Pressure mapping systems: reliability of pressure map interpretation. *Clin Rehabil.* 2003 Aug; 17(5):504-11.
39. Stinson M.D., Porter-Armstrong A., Eakin P. Seat-interface pressure: a pilot study of the relationship to gender, body mass index, and seating position. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Mar; 84(3):405-9.
40. Stinson M., Porter A., Eakin P. Measuring interface pressure: a laboratory-based investigation into the effects of repositioning and sitting. *Am J Occup Ther.* 2002 Mar-Apr; 56(2):185-90.
41. Tam E.W., Mak A.F., Lam W.N., Evans J.H., Chow Y.Y. Pelvic movement and interface pressure distribution during manual wheelchair propulsion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Oct; 84(10):1466-72.
42. Vaisbuch N., Meyer S., Weiss P.L. Effect of seated posture on interface pressure in children who are able-bodied and who have myelomeningocele. *Disabil Rehabil.* 2000 Nov 20; 22(17):749-55.
43. Williams C. The Flo-tech Adjuster chair from Medical Support Systems. *Br J Nurs.* 2000 Oct 12-25; 9(18):2044-7.
44. Willis J. Pressure-relief seating. *Prof Nurse.* 1995 Aug; 10(11):713-4, 716, 718-21.
45. Yuen H.K., Garrett D. Comparison of three wheelchair cushions for effectiveness of pressure relief. *Am J Occup Ther.* 2001 Jul-Aug; 55(4):470-5.