PF evaluation with a urethral catheter as part of a urodynamic study is a valuable tool in assessing lower urinary tract dysfunction in children and determining appropriate treatment. In fact, no alternative tools are available, and the urethral catheter is necessary to calculate particular measurements such as opening pressure and detrusor contractility.2 However, the catheter has a disruptive effect on children’s normal voiding behavior and their ability to void.

בדיקת ה- pressure flow עם קטטר שופכתי כחלק מהבדיקה האורודינמית היא אמצעי חשוב ומסייע בהערכת בעיות במערכת השתן התחתונה בילדים והחלטה על טיפול מתאים.

למעשה אין תחליף לבדיקה זאת, כאשר הקטטר השופכתי הוא הכרחי לחישוב מדדים ספציפיים כגון opening pressure and detrusor contractility2.

עם זאת, לקטטר השפעה מגבילה על יכולת והרגלי ההתרוקנות הרגילים של הילדים.

The ICCS guidelines for urodynamic studies note that voiding with a catheter is unnatural and therefore children may experience difficulty urinating when a catheter is in place, but also notes that small caliber catheters of 6 or 7 Fr do not obstruct the urethra and allow normal flow of urine.8

In the current study, the catheter’s disruptive effect was evident in the fact that of 104 children who underwent urodynamic testing, 34 (33%) failed to produce urine or refused to void with the catheter during the pressure flow phase. Thus, before addressing the test’s accuracy, it is imperative to note that a significant percent of children will not initiate voiding with a catheter, and mostly not due to organic causes associated with diagnosing the defect.

ב guide lines של ה- ICCS לבדיקות האורודינמיקה, מוזכר שהשתנה עם קטטר איננה טבעית ויתכן וילדים יחוו קושי להטיל שתן, אך עם זאת נאמר כי קטטר עם קליבר קטן כמו 6 או 7 פרנץ אינם חוסמים את השופכה ומאפשרים מעבר תקין של שתן8.

את ההשפעה המגבילה של הקטטר ראינו במחקר הנוכחי כבר בעובדה שמתוך 104 ילדים שעברו בדיקה אורודינמית 34 (33%) לא הצליחו או לא הסכימו להשתין עם קטטר בשלב ה- pressure flow. כלומר עוד לפני שמדברים על מהימנות הבדיקה והתוצאות, חשוב להבין שאחוז לא מבוטל מהילדים לא יגיעו להשתנה יזומה עם קטטר, וברובם לא מסיבה אורגנית הקשורה לאבחנת הבעיה.

The effect of urinary catheters on PF results in adult males was assessed in several studies, but with conflicting results. For example, Reynard et al. noted no significant difference in maximal flow rate in a study of 59 men who underwent PF testing with and without an 8 Fr catheter. A larger cohort study by Harding et al. demonstrated no significant effect on Qmax during the PF phase in 200 men with and without a small caliber catheter. On the other hand, Zhao et al. observed in a study of 40 men with BPH that an 8 Fr catheter had a significant effect on maximal flow rate, correlated to the degree of bladder outlet obstruction. Klingeler et al. reported similar results in an earlier study of 64 men with BPH.4-6,15

ההשפעה של קטטר שתן על תוצאות ה- pressure flow נחקרה ומדווחת בגברים מבוגרים, אך עם תוצאות סוטרות. כך למשל Reynard et al. הראו שמתוך 59 גברים שעברו את בדיקת ה- pressure flow עם וללא קטטר בקוטר של 8 פראנץ- לא היה הבדל משמעותי ב maximal flow rate. מחקר עם קוהורט יותר גדול של Harding et al. הראה גם כן שלא הייתה השפעה משמעותית על ה- Qmax ב- 200 גברים בשלב ה- pressure flow עם וללא קטטר עם קליבר קטן. מצד שני Zhao et al. הראו שב- 40 גברים עם BPH קטטר 8 F כן משפיע על ה- maximal flow rate ובקורלציה לדרגת ה- bladder outlet obstruction. תוצאות דומות היו גם ל- Klingeler et al. במחקר ישן יותר על 64 גברים עם BPH4–6,15.

In women who undergo urodynamic evaluation for urinary incontinence or LUTS, several studies concluded that the urinary catheter had obstructive effect.16-18 Scaldazza et al. observed that even 6- and 7-Fr transurethral catheters may obstruct micturition in a study of 60 women undergoing PF studies for LUTS evaluation. A larger study by Constantini et al. of 239 women with LUTS demonstrated reduced Qmax in PF studies with every diameter of transurethral catheter.

בנשים שעוברות הערכה אורודינמית לדליפות שתן או LUTS, מספר עבודות הראו השפעה חוסמת של קטטר שתן16–18. Scaldazza et al. הראו שב-60 מטופלות שעוברות הערכה ל- LUTS ועברו בדיקות pressure flow עם גדלים שונים של קטטר, יש השפעה חוסמת משמעותית לקטטר השתן גם בגדלים של 6 או 7 פראנץ. עבודה גדולה יותר של Costantini et al. עם 239 מטופלות עם LUTS הראתה שבכל קוטר של קטטר שתן יש ירידה ב- Qmax בבדיקות ה- pressure flow.

Contrary to adult studies which do not demonstrate a significant difference between men and women in transurethral catheter effect on PF19, the current study observed that in children, the percentage of boys who failed to void with the catheter was nearly four times as high as in girls (13% vs 54%). It appears that stimulation of the longer urethra in young boys results in a greater degree of pain and discomfort, which interferes with micturition. The high percentage of children who failed to void with the transurethral catheter raises concerns regarding the test’s reliability and the ability to correctly evaluate PF and inform treatment plans in children who voided successfully.

לעומת הדיווחים במבוגרים שלא מראה הבדל בין נשים לגברים בהשפעה של קטטר שתן על בדיקת ה- pressure flow19, ראינו בעבודה הנוכחית שבילדים- אחוז הבנים שלא הצליח להשתין עם קטטר הוא כמעט פי 4 לעומת הבנות (54% vs 13%). ככל הנראה הגירוי לאורך השופכה הארוכה יותר בבנים קטנים, משפיע על רמת הכאב וחוסר הנוחות שמונעת הצלחה בהשתנה יזומה.

האחוזים הגבוהים של ילדים שלא הצליחו להשתין עם קטטר שתן, מעלה שאלות גם לגבי ילדים שכן השתינו בהקשר של מהימנות הבדיקה והיכולת להעריך נכון את התוצאות והצורך בטיפול.

There is an absence of studies in children that validate the PF phase with a catheter. To validate this, PF parameters can be compared in patients with and without catheters. The EMG uroflowmetry is nearly identical to the PF phase in urodynamic testing, but is performed without a catheter. EMG uroflowmetry was subjected to validation studies which proved it to be a valid tool for evaluating and devising treatment plans for LUTS.12

למעשה, אין עבודות בילדים לולידציה של שלב ה- pressure flow עם קטטר. לצורך ולידציה ניתן להשוות את בדיקת ה- pressure flow עם קטטר לאותה בדיקה ללא.

בדיקת ה- EMG uroflowmetry היא בדיקה כמעט זהה לחלוטין לשלב ה- pressure flow באורודינמיקה, אך מתבצעת ללא קטטר. בדיקה זו עברה מחקרי ולידציה והוכיחה את עצמה כאמצעי טוב להערכה והחלטה על טיפול בהפרעות השתנה שנובעות מבעיות במערכת השתן התחתונה12.

At our institution, many children routinely undergo non-invasive EMG uroflowmetry during clinical visits due to the test’s ready availability. Thus, many patients with indications for urodynamic studies have also undergone noninvasive EMG uroflowmetry for comparison. By comparing results from both tests, in the current study we examined the accuracy of invasive EMG uroflowmetry during the PF phase of urodynamic studies.

במוסדינו, לאור זמינות גבוה של בדיקת ה- EMG uroflowmetry ללא קטטר, ילדים רבים עוברים אותה כשגרה בביקורת מרפאתית. כך יוצא שלאותם ילדים עם אינדיקציה לבדיקת אורודינמיקה יש גם בדיקת EMG uroflowmetry ללא קטטר להשוואה.

בעזרת השוואה זאת בדקנו במחקר זה את דיוק בדיקת ה- EMG uroflowmetry עם קטטר אשר מבוצעת בשלב ה- pressure flow של הבדיקה האורודינמית.

We found a very poor correlation between invasive and noninvasive EMG uroflow results. In fact, only 30 children (41%) had identical micturition curves in both tests, which were performed less than a month apart. In children with identical micturition curves in both tests, results most commonly showed a normal bell curve. Thus, children with normal micturition curves in the noninvasive test succeeded in voiding better with the invasive test and achieve an identical bell curve. Children whose micturition curve was abnormal in the noninvasive test had abnormal curves in the invasive exam as well, which differed from the curves recorded during the noninvasive test.

מצאנו התאמה ירודה מאוד בין בדיקת EMG uroflow עם קטטר וללא. למעשה רק 30 ילדים (41%) היו עם עקומות השתנה זהות בין שתי הבדיקות, כאשר הפרש הזמן בין הבדיקות היה פחות מחודש ימים. בילדים עם עקומות השתנה זהות בין שתי הבדיקות, ניתן לראות שעקומת השתנה תקינה מסוג ״פעמון״ הייתה השכיחה ביותר. כלומר בילדים שעקומת ההשתנה שלהם הייתה תקינה ללא קטטר- הצליחו להשתין טוב יותר גם עם הקטטר ולחקות את אותה עקומת ״פעמון״. ניתן לראות שילדים שכבר ללא קטטר עקומת ההשתנה שלהם הייתה מופרעת, עקומת ההשתנה שלהם עם קטטר הייתה גם לא תקינה וגם לא זהה לעקומה ללא הקטטר.

Pathological micturition curves were observed more frequently and more distinctly in urodynamic studies with a catheter. While nearly 50% of children demonstrated a normal bell-shaped micturition curve, the percentage of children with normal curves dropped significantly with the invasive test, with only 30% of children demonstrating normal curves with a catheter.

עקומות השתנה פתולוגיות נצפו יותר ובצורה מובהקת בבדיקת ההשתנה עם הקטטר. כאשר כמעט 50% מהילידים הדגימו עקומת השתנה תקינה בצורת ״פעמון״ בבדיקה ללא קטטר, האחוז ירד מאוד בבדיקה עם קטטר כאשר רק ל- 30% מהילדים הייתה עקומת השתנה תקינה.

Pathological micturition curves such as elongated curves were observed more frequently in the catheter test. These curves suggest an obstructive pattern and correspond to the adult studies which demonstrated that the catheter had an obstructive effect in PF studies.20

צורות פתולוגיות של עקומות השתנה כמו “elongated” נצפו יותר בבדיקת ההשתנה עם הקטטר. צורות אלו מרמזות על דפוס חסימתי ומסתדר עם הדיווחים ממחקרים נוספים במבוגרים על הפרעה חסימתית של הקטטר בבדיקות ה- pressure flow20.

Interrupted and staccato micturition curves were observed with higher frequency in invasive catheter studies. These results suggest difficulty achieving relaxation of sphincter and pelvic floor muscles. We believe that the urethral stimulation, pain and anxiety caused by the urethral catheter interferes with children’s ability to relax sphincter and pelvic floor muscles as is necessary for normal micturition. This is evident in our results as well, as 55% of children sufficiently relaxes pelvic floor muscles during noninvasive EMG uroflowmetry, while in the invasive test 70% of children demonstrated increased pelvic floor muscle tension on EMG. Although not statistically significant, the tendency toward failure to relax pelvic floor muscles with the catheter is clear.

גם עקומות השתנה מסוג “interrupted” ו- “staccato” נצפו יותר בבדיקות ההשתנה עם הקטטר. תוצאות אלו מרמזות על קושי בהרפיית הסוגרים ושרירי רצפת האגן. אנו סבורים שהמרכיב של הגירוי, הכאב והפחד שיוצר הקטטר בשופכה מקשה על הילדים להרפות את הסוגרים ואת שרירי רצפת האגן כנדרש להשתנה תקינה. ככל הנראה זהו הצד המשמעותי יותר במהימנות הירודה של הבדיקה עם הקטטר, מאשר הסברה שקטטר השתן מהווה גורם חוסם של השופכה21.

זאת ניתן גם לראות בתוצאות שלנו כאשר 55% מהילדים הרפו בצורה טובה את שריר רצפת האגן ב- EMG uroflowmetry ללא קטטר, אך בבדיקה עם הקטטר, 70% מהילדים הדגימו פעילות מוגברת של שרירי רצפת האגן ב- EMG. למרות שאיננה מובהקת סטטיסטית המגמה של חוסר הצלחה בהרפיית שרירי רצפת האגן עם הקטטר מאוד ברורה.

Finally, by comparing results of invasive and noninvasive EMG uroflow studies, we succeeded in assessing the accuracy of invasive catheter studies. We found the invasive study’s sensitivity to be fairly good at 83%. Thus, if the noninvasive study is normal, the invasive PF study will most likely show similar results. In contrast, the invasive study’s sensitivity was very low, at 39%. With a high degree of false positives of 60% and a low PPV of 61%, it appears that the invasive catheter study demonstrates pathological micturition characteristics which apparently do not reflect the child’s true micturition patterns. The sensitivity and specificity were calculated based on comparison of micturition curves, however we can conclude that the test has poor specificity for detecting excessive pelvic floor muscle activity during micturition.

לבסוף, באמצעות ההשוואה בין בדיקת ה- EMG uroflow עם וללא קטטר הצלחנו להעריך את רמת הדיוק של הראשונה. מצאנו כי הרגישות של הבדיקה עם הקטטר היא די טובה ועומדת על 83%. כלומר, אם בדיקת ההשתנה ללא הקטטר היא תקינה ככל הנראה גם בדיקת ה- pressure flow עם קטטר תראה תוצאה דומה. לעומת זאת הסגוליות של בדיקת ההשתנה עם הקטטר הייתה נמוכה מאוד ועומדת על 39%. עם תוצאות false positive מרובות של 60% וPPV נמוך של 61% עושה רושם כי בדיקת ההשתנה עם הקטטר מוצאת ביתר מאפייני השתנה פתולוגים שככל הנראה לא באמת מאפיינים את דפוס ההשתנה של הילד. אומנם חישוב הרגישות והסגוליות נעשה לפי השוואת עקומות ההשתנה אך ניתן להסיק שסגוליות הבדיקה נמוכה גם במציאת פעילות ביתר של שרירי רצפת האגן תוך כדי השתנה.

Our study’s strengths include a large study population consisting of children of varying ages, which represent a large center of varied urinary pathologies in children. An additional strength is the fact that the comparison between invasive and noninvasive urodynamic studies were performed in a paired method on the same child, within a narrow time frame between tests and without any changes to treatment between the two tests.

One of the limitations of our study was the use of uroflowmetry with low micturition volumes, but only few of the tests had low volume and none of these was under 100cc, which is defined by ICCS as the limit for a reliable test.2 Another limitation of the current study is the fact that interpretation of the EMG uroflowmetry is not identical between different testers. However, two pediatric urologists highly experienced with interpreting such studies reviewed results and concurred on their interpretation.

חוזקות המחקר שלנו הם אוכלוסיית ילדים גדולה, בגילאים מגוונים, המייצגים היטב מרכז גדול של הפרעות השתנה מגוונות בילדים. חוזקה נוספת היא העבודה שהשוואה בין בדיקות ההשתנה עם וללא קטטר בוצעו בצורה מזווגת על אותו ילד עם הפרש זמן קטן בין הבדיקות וללא שינוי טיפול בין לבין.

אחת מחולשות המחקר שלנו הוא שימוש בבדיקות uroflowmetry גם בנפחי השתנה נמוכים, אך אלו היו בדיקות בודדות ולא ירדו מ- 100 סמ״ק שמוגדרים לפי ה- ICCS כבדיקה מהימנה לשימוש2.

מגבלה נוספת של המחקר הנוכחי הוא העובדה שפענוח בדיקות EMG uroflowmetry לא תיהיה זהה לחלוטין בין שני בודקים שונים. עם זאת עברו על הבדיקות שני אורולוגים ילדים עם נסיון עשיר מאוד בפענוח הבדיקות והגיעו להסכמה לגבי התוצאות.