

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：34519

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K10164

研究課題名(和文)「オムツの取れない」年代での排尿測定システムの臨床応用

研究課題名(英文)Cinical appication of uroflowmetry in age before toilet training

研究代表者

兼松 明弘 (Kanematsu, Akihiro)

兵庫医科大学・医学部・准教授

研究者番号：90437202

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：我々は従来の発想を大きく転換し、オムツの基材そのものに電導性の糸を縫い込み、オムツそのものを電極として使用するという革新的な発想を得た。このような形で作成した試作品について、生理食塩水を疑似尿として用い、シリンジポンプで滴下速度を人工的にコントロールして尿流パターンを再現して性能テストを行った。その結果アドミッタンス(インピーダンスの逆数)の経時変化を微分することで得られた尿流曲線の実測値は、滴下速度と良好な相関関係を示した。本原理によりウェアラブルなオムツ型尿流測定装置の基礎が確定したので、特許出願を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

二分脊椎(脊髄髄膜瘤、脊髄脂肪腫)は脊髄の神経障害から非常に重症の下部尿路機能障害をもたらす先天疾患であるが、乳幼児期に急激に機能が悪化することがあり、この時期に非侵襲的検査が可能であれば極めて有用である。また、先天性の陰茎の発達異常である尿道下裂は、疾患自体は下部尿路障害をもたらさないが、乳幼児期に尿道形成を含む修復術が行われる。形成した尿道を通して十分な尿流が得られるかが重要なポイントとなるにもかかわらず、手術前後の排尿状態の変化は不明であるが、本システムによりトイレトレーニングが完成する前に尿流測定が可能となる。

研究成果の概要(英文)：We have overcome conventional methodology by a innovative idea to use diaper interwoven with fiber having electric conductivity as electrode. We fabricated samples by such method and tested them by dropping saline as mimick of urine, by controled syringe pomp to reproduce micturition pattern. As a result, uroflow curve was acquired by differentiation of choronological admittance curve (inverse of impedance), and had good corelation with dropping speed. We established basic principle for wearable diaper-type uroflowmetry system, and made a patent application.

研究分野：泌尿器科学

キーワード：おむつ 尿流率測定 インピーダンス 乳幼児 二分脊椎 尿道下裂

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

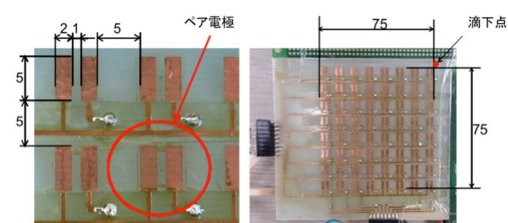
1. 研究開始当初の背景

ヒトの排尿発育は他の哺乳類と同じく、出生直後は反射性であり幼児期の発達過程で協調排尿に移行するが、乳幼児期の正常排尿発達および疾患の影響を非侵襲的にとらえた研究は少ない。近年デンマークのグループが男児の陰茎の根部に超音波プローブを固定して尿流を測定する方法を報告しているが (Olsen et al 2010) 複雑な測定装置を陰茎に固定するのは容易ではなく、また女児ではこの方法は不可能である。

一方、全ての乳児はおむつを着用していることから、おむつ重量から尿量、回数を推定することは確立した方法である (Holmdahl et al 1996)。

申請者らはヒトにおいておむつをセンサーとし、尿のしみこみ速度をおむつ内のインピーダンスの変化として捉えることで排尿を測定記録するシステムを作成した。そこで作成したプロトタイプは多数の電極をガラスエポキシ樹脂の基板回路の上に二次元アレイ配置して計測するシステムであった。これをオムツ材料と同じ吸水性ポリマーシート下におくと、乾燥状態では電極間に電流は流れないが、電解質液がオムツを濡らすと個電極間の電流のインピーダンスが変化する。このシステムについてシリンジポンプを用いて滴下速度を変化させてインピーダンスの分布を検討していた (図1)。

図1：試作品の電極配置図



2. 研究の目的

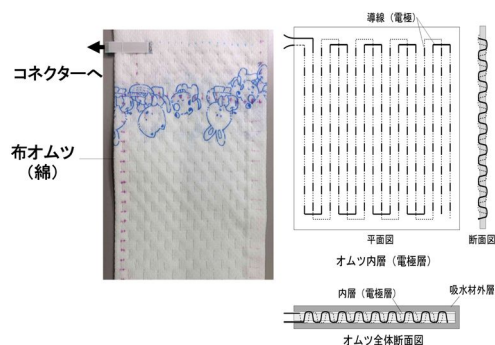
これまでの成果にもとづき、「おむつの取れない」幼児期の排尿を測定記録する排尿記録システムとして臨床応用可能なウェアラブルな尿流量測定装置をシステムの構築を目指した。

3. 研究の方法

研究開始段階のシステムの問題として、オムツ材料のなかに固い基盤を入れ込む必要があった。これは臨床的に適用しにくいばかりでなく、尿が一定の量以上浸透すると電極間のインピーダンス変化が飽和し「なまる」ことが判明した。

そこで、従来の発想を大きく転換し、オムツの基材そのものに電導性の糸を縫い込み、オムツそのものを電極として使用するという革新的な発想を得た (図2)。

図2：ウェアラブルなオムツ型尿流測定装置



4. 研究成果

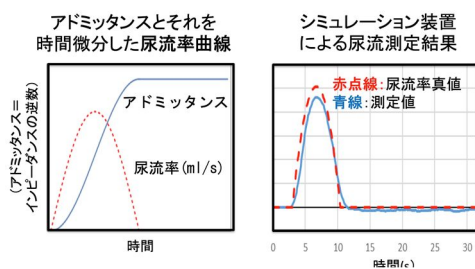
このような形で作成した試作品について、生理食塩水を疑似尿として用い、シリンジポンプで滴下速度を人工的にコントロールして尿流パターンを再現して性能テストを行った。その結果アドミタンス (インピーダンスの逆数) の経時変化を微分することで得られた尿流曲線の実測値は、滴下速度と良好な相関関係を示した (図3)。

本原理によりウェアラブルなオムツ型尿流測定装置の基礎が確定したので、下記の特許出願を行った。さらに国際的な事業としての発展性が期待されるために PCT 出願

の準備段階である。 本報告作成段階現在、橋渡しベンチャー企業と共同してこのシステムを用いた臨床試験に適用可能な製品を作成中である。製品化において必要なのは、(1)安全性：電流が流れることによる人体への影響が内容にすることと(2)ワイヤレス化とテレメトリー機能の付加である。また、臨床試験用のオムツを安価に作成するために、手縫いでおこなっていた、電導系の縫い込み作業を、ミシンを使用したものに改良を試みている。

本製品が完成したのちに、成人ボランティアでの試用を経て今回の研究課題の最終目標である小児症例での臨床試験を開始する予定である。

図3：オムツ型尿流測定装置の性能



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Akihiro Kanematsu Kenji Nakamura Noriko Kotoura Takahiko Hashimoto Shingo Yamamoto	4. 巻 2
2. 論文標題 Preoperative simulation by volume rendering image and intraoperative navigation by ultrasound for posterior urethroplasty: A report of initial three cases	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IJU case reports	6. 最初と最後の頁 69-72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/iju5.12040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Shimatani K, Yoshimoto T, Doi Y, Sonoda T, Yamamoto S, Kanematsu A	4. 巻 17
2. 論文標題 Two cases of nonbacterial cystitis associated with nivolumab, the anti-programmed-death-receptor-1 inhibitor.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Urol Case Rep	6. 最初と最後の頁 97-99
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eucr.2017.12.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kanematsu A, Tanaka S, Hashimoto T, Nojima M, Yamamoto S	4. 巻 19
2. 論文標題 Analysis of the association between paternity and reoperation for urethral obstruction in adult hypospadias patients who underwent two-stage repair in childhood.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Urol.	6. 最初と最後の頁 88
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12894-019-0512-2.	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 木村幸来, 河崎滉, 中妻啓, 鳥越一平, 兼松明弘
2. 発表標題 乳幼児尿流量推定のためのオムツ吸水層内の尿拡散取得
3. 学会等名 第34回センシングフォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 嶋谷公宏、兼松明弘、山本新吾、鳥越一平、中妻啓
2. 発表標題 臥位で尿流率が測定できるオムツ型尿流率測定装置の開発
3. 学会等名 第108回日本泌尿器科学会総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 測定装置及び測定方法	発明者 鳥越一平、中妻啓、 兼松明弘、嶋谷公宏	権利者 国立大学法人熊 本大学 学校法 人兵庫医科大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-133997	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	鳥越 一平 (Torigoe Ippei) (40134663)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・特任教授 (17401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------