

## 血液透析針テープ固定に関する pH と保持力の基礎的検討

### A fundamental study of pH and tape holding power when taping a hemodialysis needle

相川武司\* 渡邊翔太郎\* 菅原俊継\*  
横山 徹\* 木村主幸\* 清水久恵\*

Takeshi Aikawa, Shotaro Watanabe, Toshitsugu Sugawara,  
Toru Yokoyama, Kazuyuki Kimura and Hisae Shimizu

#### Abstract

Hemodialysis needle dislodgement is a serious, and potentially life-threatening, concern. Some reports have been published about the type of tape and the method used to tape the needle; however, no fundamental studies have been performed on this issue. In this study, we focused on the importance of the skin environment and its effect on tape holding power. Skin-related factors such as pH and humidity change with the use of a disinfectant. In this study, we initially examined the relationship between the tape holding power and skin pH. The effect of skin pH was analyzed using standard solutions of three different pH—4.01, 7.01, and 10.01. The tape holding power was measured at 1 and 5 min after the application of these solutions to the adherend. The results became the quadric equations. Using this equation, the maximum holding power after 1 min at pH 4.88 was 5.03 N and after 5 min at pH 6.94 was 5.35 N. The holding power tended to vary with pH. However, the pH at which the holding power was maximum differed after 1 and 5 min. Therefore, further investigation is required.

#### 1. はじめに

現在, わが国の慢性透析患者数は約32万人おり, 多くの患者は血液透析療法を受けている<sup>(1)</sup>. 血液透析療法とはダイアライザと呼ばれる人工腎臓に血液を流し, 血液に蓄積した尿毒素の除去やカルシウムやリン, カリウムといった電解質の濃度を調整し余剰水分を体外に排出する治療である. 残存腎機能にもよるが治療は基本的に週3回行われ, 1回の治療時間は4時間程度である. 短時間に効率よく治療を行うためには内シャントと呼ばれる動脈と静脈を吻合した血管を前腕に作成する必要がある. その内シャントに体外に血液を導出するための針と血液を血管内に戻すための針を穿刺し治療が行われる. 治療中はその針が抜けることを防止するためテープにより固定が行われる. 血液透析患者の皮膚は毎回の消毒や穿刺, テープ固定により健常者に比べ乾燥しやすく皮膚のバリア機能が低下していることがある. また, 尿毒素の蓄積

や皮膚の乾燥, テープの刺激などから痒みを訴える患者が多く<sup>(2)</sup>, 必要最低限のテープ固定に留めていることが多い. そのため認知症患者や体動の激しい意識障害を有する患者が針につながっている回路を引っ張り針が抜けてしまうことやテープの固定不良や体動により針が抜けてしまうことがある. 血液透析療法における1分間あたりの血流量は200 mL程度であり, 血液を血管に戻す針が抜けてしまった場合には大量出血につながる恐れがあり, 平成17年度の透析施設におけるブラッドアクセス関連事故防止に関する研究の報告書では1件の死亡事故が報告されている<sup>(3)(4)</sup>.

透析穿刺針抜針に関する研究では佐藤らによる $\Omega$ 固定や $\alpha$ 固定といったテープの貼り方と保持力の関係についての研究<sup>(5)</sup>や渡部らによる固定に用いるテープ種類と保持力の関係の研究<sup>(6)</sup>が見られる. しかし, 前述したように血液透析患者は治療における毎回の皮膚の消毒や透析針テープ固定に

\* 北海道科学大学保健医療学部臨床工学科

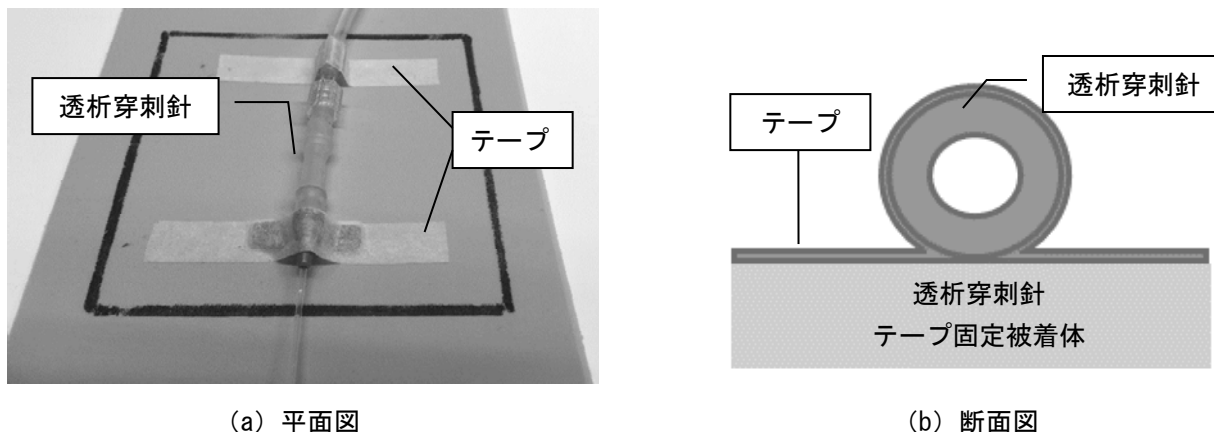


図1 テープ固定方法（Ω固定）

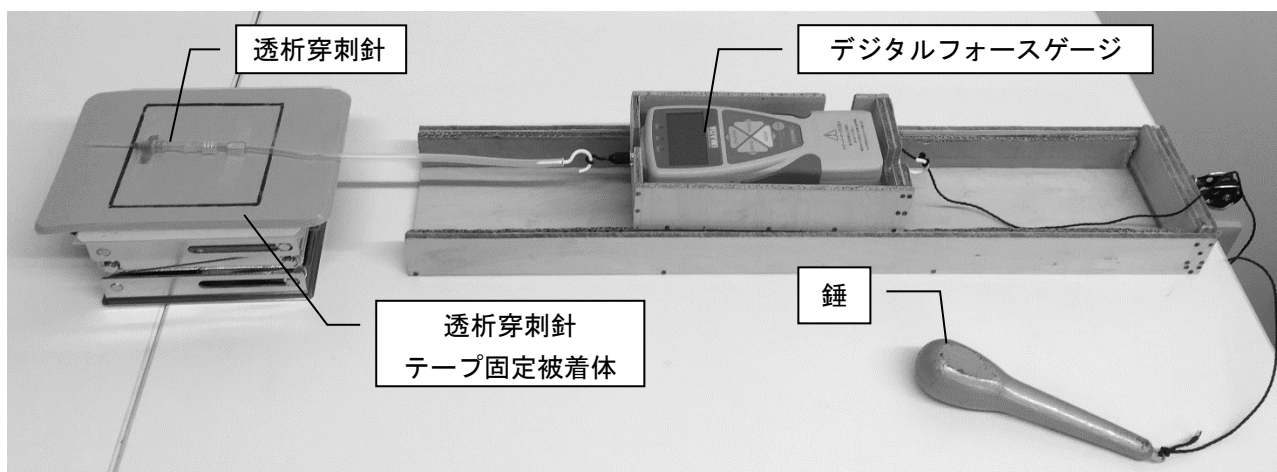


図2 実験システム全体像

より皮膚のバリア機能は低下しているが、その点についての報告は見られない。

本研究では血液透析時における消毒液や穿刺、テープの刺激による皮膚環境の変化に着目しテープの保持力との関係を明らかにすることを目的とする。

消毒による皮膚環境の変化の一つとして皮膚 pH の変化が考えられる。そのため、本報ではテープの保持力の基礎的な検討として行った、pH の値がテープの保持力に及ぼす影響について報告する。

## 2. 実験方法

ビーカに pH 標準液 20 mL を入れ、十分に浸漬した綿球で pH 標準液をウレタンエラストマー製の化粧品評価に用いられる透析穿刺針テープ固定被着体（ビューラックス，バイオスキムプレート P001-001）に塗布した。塗布後、pH 計（HANNA instruments, 本体：Skin pH Meter HI 99181N,

電極：HI 1414D / 50）により pH の値を測定した。透析穿刺針（コヴィディエン，メディカットクランピング付カニューラ翼付 17 G x 25 mm）の翼上部と血液回路接続部の 2 ヶ所に長さ 80 mm のテープ（ニチバン，サージカルテープ-21N 幅 12 mm）を一定の重量を加え Ω 固定法にて貼付した。図 1（a）に真上より見たテープ固定方法と（b）断面から見たテープ固定方法を示す。摩擦抵抗による牽引力の減衰を少なくするためタイヤの付いた牽引装置にデジタルフォースゲージ（イマダ，デジタルフォースゲージ ZTS-50N）を設置し、血液回路末端に取り付けたフックとデジタルフォースゲージのフックを接続した。デジタルフォースゲージを設置した牽引装置には伸びの少ないナイロン製の紐を用い錘（566 g）を接続した。図 2 に実験システム全体像を示す。その後、錘につながれた紐を伸びきった状態からゆっくりと放しテープに対し水平方向に一定の重量を加え、テープが剥が

れ錘が完全に地面に着くまでの最大保持力とデジタルフォースゲージに加重が加わってからテープが完全に剥がれ錘が落下するまでの固定時間をデジタルフォースゲージに付属するソフトウェア (TZ Logger) により計測した。以上の操作を pH 標準液 4.01 (HANNA instruments, HI 70004 Lot No. 8721), 7.01 (HANNA instruments, HI 70007 Lot No. 8701), 10.01 (HANNA instruments, HI 70010 Lot No. 8946) を用い, pH 標準液塗布後 1 分と 5 分それぞれ 5 回ずつ各標準液で行った。その各 pH 標準液塗布後 pH の値と最大保持力, 固定時間を学生 t 検定により比較し,  $p < 0.05$  を有意差有りとした。

### 3. 実験結果

各 pH 標準液における塗布後 1 分と 5 分の最大保持力と固定時間, pH の平均と標準偏差を表 1 に示す。

表 1 各標準液における 1 分後と 5 分後の計測結果  
(平均±標準偏差) n = 5

標準液	測定項目	平均±標準偏差	
		1分	5分
pH4.01	最大保持力 [N]	5.03±0.21	4.91±0.21
	固定時間 [s]	5.6±1.9	14.6±6.2
	pH	4.11±0.22	4.01±0.14
pH7.01	最大保持力 [N]	4.96±0.05	5.35±0.23
	固定時間 [s]	11.8±7.3	20.8±10.0
	pH	7.09±0.09	6.82±0.08
pH10.01	最大保持力 [N]	4.79±0.09	4.90±0.05
	固定時間 [s]	3.4±1.2	5.4±2.1
	pH	9.73±0.08	9.74±0.04

#### 3.1 各標準液間における最大保持力の比較

図 3 に各 pH 標準液における塗布後 1 分と 5 分の最大保持力の平均と標準偏差を示す。塗布後 1 分において最大保持力が最も高かったのは pH4.01 の  $5.03 \pm 0.21$  N であり, 最も低かったのは pH10.01 の  $4.79 \pm 0.09$  N であった。塗布後 5 分では pH7.01 の  $5.35 \pm 0.23$  N が最大となり, pH10.01 の  $4.90 \pm 0.05$  N が最低となった。各 pH 標準液間の有意差を調べたところ塗布後 1 分の pH10.01 と pH4.01, pH7.01 と pH10.01, 塗布後 5 分の pH7.01 と pH4.01,

pH7.01 と pH10.01 の間に有意差を認めた。

#### 3.2 各標準液間におけるテープ固定時間の比較

図 4 に各 pH 標準液における塗布後 1 分と 5 分のテープ固定時間の平均と標準偏差を示す。固定時間は塗布後 1 分と 5 分共に pH7.01 の際に最長となり, それぞれ  $11.8 \pm 7.3$  s,  $20.8 \pm 10.0$  s となった。有意差は塗布後 1 分の pH7.01 と pH10.01, 塗布後 5 分の pH10.01 と pH4.01, pH7.01 と pH10.01 で認めた。

#### 3.3 各標準液における時間経過による pH 変化の比較

図 5 に各 pH 標準液における塗布後 1 分と 5 分の pH の平均と標準偏差を示す。pH7.01 において有意差を認めたが, その他の標準液では有意差を認めなかった。

### 4. 考察

透析針固定テープの基礎的な検討として pH と最大保持力, 固定時間の関係について調べた。いずれの場合も多くの測定結果で有意差を認め, pH とテープ固定には関連があることが示唆された。

まず, 今回用いた pH 標準液の安定性について考察する。pH 計の校正に用いられる pH 標準液には保存期間中や校正の最中に空気に触れることによって pH の値が変化しないように緩衝液が用いられている<sup>(7)</sup>。しかし, 今回の実験では pH7.01 で有意差が認められた。この原因については不明であるため実験回数 n を増やす必要があると考えられる。その他の pH 標準液においては塗布後の時間経過に

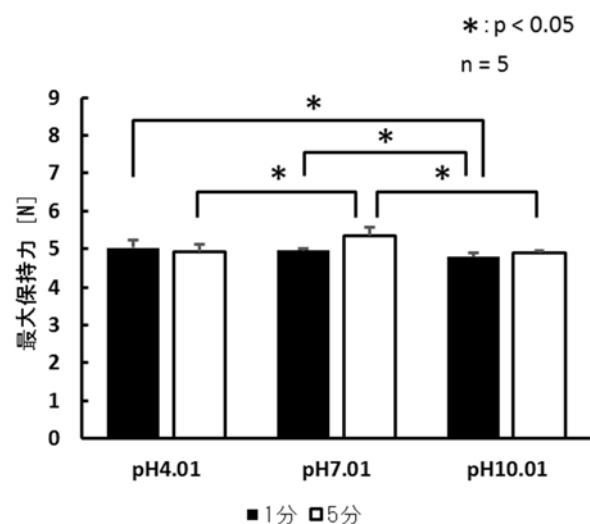


図 3 各 pH 標準液塗布後 1 分と 5 分の最大保持力

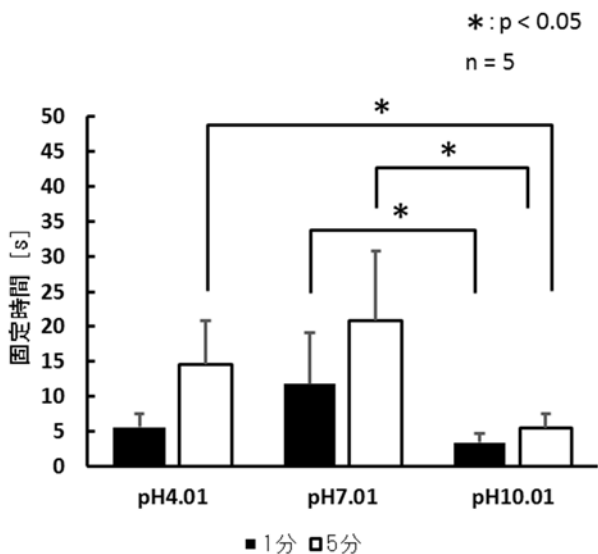


図4 各 pH 標準液塗布後 1 分と 5 分のテープ固定時間

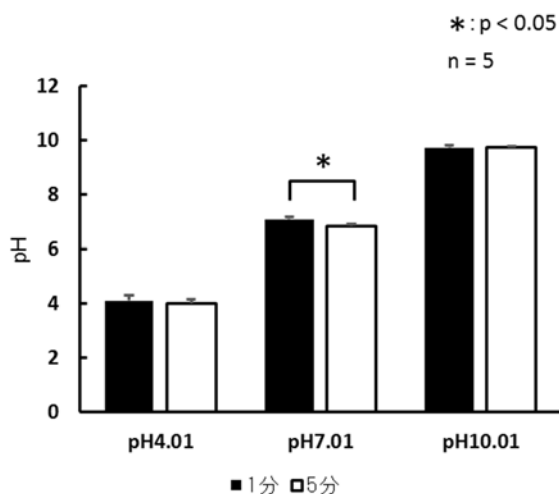


図5 各 pH 標準液塗布後 1 分と 5 分の pH

よる pH の変化は認められなかった. pH7.01 を除いた結果や pH 標準液の性質を考慮すると, 時間経過の違いにおける同一 pH 間の最大保持力と固定時間の比較の際, pH については変化が無いものと考えられることができる.

次に同一時間経過における異なる pH 間の最大保持力と固定時間に注目するといくつかの pH 間で有意差が認められた. これは保持力や固定時間は pH の値に依存することが示唆されたと考えられることができる. もし, 最大保持力と pH の間に何らかの関係があるのならば, 線形や 2 次関数, 指数関数の

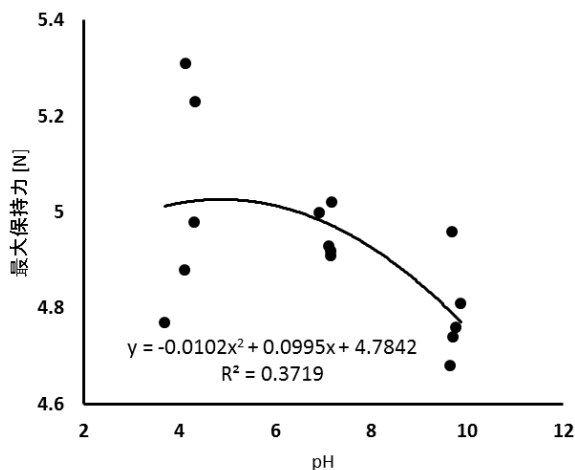


図6 pH 標準液塗布後 1 分における pH と最大保持力の関係

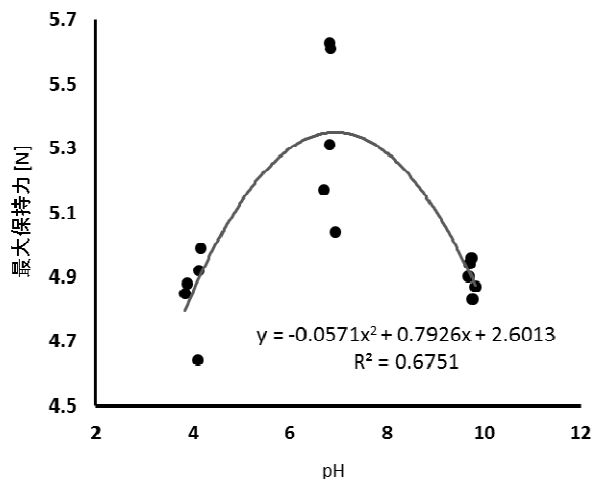


図7 pH 標準液塗布後 5 分における pH と最大保持力の関係

ような関係があると考えられる. そこで, 各 pH 標準液塗布後 1 分と 5 分の pH の値を横軸に, 最大保持力を縦軸にとると, その形状は線形や指数関数ではなく, 上に凸の 2 次関数が適していると考えられる. そこで重回帰分析により各係数を求めるために Excel の近似曲線から次数 2 の多項式近似を用い各係数を求めた. 各計測結果をプロットしたグラフに近似曲線を加えたものを図 6 と図 7 に示し, 得られた 2 次関数の式を以下に記す.

pH 標準液塗布後 1 分

$$y = -0.0102x^2 + 0.0995x + 4.7842 \quad \dots (1)$$

pH 標準液塗布後 5 分

$$y = -0.0571x^2 + 0.7926x + 2.6013 \quad \dots (2)$$

次に上記の式 (1), (2) より各頂点の座標を求めると、pH 標準液塗布後 1 分の場合、pH の値が 4.88 のとき最大保持力が 5.03 N となる。また、pH 標準液塗布後 5 分では pH の値が 6.94 のとき最大保持力が 5.35 N となることが示された。しかし、pH 標準液塗布後に pH の値が変化しないにも係わらず、式 (1) と (2) より求めた pH 標準液塗布後 1 分と 5 分の最大保持力における pH の値には約 1.6 の差が生じた。pH 標準液塗布後 1 分と 5 分で変化している条件を考えると時間の経過による透析針固定テープ被着体表面の水分量の変化が考えられる。実験時の室温は 21.5 °C、湿度 40 % であり、pH 標準液塗布後 10 分では pH の値が不安定で pH を計測できない場合があったことから透析針固定テープ被着体の水分量が低下していたと考えられる。しかし、この点については pH 標準液塗布後 1 分と 5 分の透析針固定テープ被着体の水分量を実際に測定しておらず、どの程度の水分量変化があり、その水分量の違いによる最大保持力の変化を確認する必要があると考えられる。

今回の実験結果からニチバン サージカルテープ-21N の場合では被着体表面の pH がおおよそ弱酸性から中性の際に最も保持力が高くなることが示唆された。臨床での穿刺部位の消毒にはポピドンヨードやクロルヘキシジングルコン酸塩などが使用されている。例えばポピドンヨード消毒液の 1 つであるポピヨード液 10% のインタビューフォーム (ポピヨード液 10%、ヤクハン製薬株式会社、2009 年 4 月改訂 (第 6 版)) では pH の値が 3.5~4.5 となっている。また、クロルヘキシジングルコン酸塩の 1 つである 0.5 % グルコジン W 水 (0.5 % グルコジン W 水、ヤクハン製薬株式会社、2008 年 12 月改訂 (第 5 版)) では pH の値は 5.5~7.0 となっており pH の値としては問題無いように思われる。しかし、ポピヨード液 10% にはポピドンヨードそのものや添加物として入っているグリセリンやラウロマクロゴール、クエン酸水和物、リン酸水素ナトリウム水和物がニチバン サージカルテープ-21N の粘着剤であるアクリル系粘着剤

を溶解することも考えられる。また、アクリル系粘着剤も溶剤系アクリル粘着剤やアクリルエマルジョン系粘着剤、アクリル系ホットメルト粘着剤などモノマーの違いにより耐水性や耐アルカリ性、耐油性など性質が変化する<sup>(8)</sup>ため pH だけで判断することは難しいと思われる。また、テープの種類と透析針をテープで固定する部位の素材によっても違いが現れてくることが考えられる。透析針固定テープ被着体表面の pH の値がテープの保持力の一因であることは間違いないと思われるが、それが皮膚の水分量や消毒液の成分などの他の要素と比較した際に pH の値がテープ保持力にどの程度影響を及ぼすかも検討する必要があると考える。

## 5. おわりに

テープ固定に関わる基礎的な検討として被着体表面の pH と保持力についての検討を行った。その結果、pH と保持力の関係は上に凸となる 2 次関数の式で表されることが示された。すなわち、テープの保持力は pH により変化し、ある pH の値の時に最大となる。この結果は、血液透析治療の穿刺の前に行われる消毒の薬剤によっては pH の値が変化しテープが剥がれやすくなり抜針事故につながる恐れがあると考えられる。しかし、pH 標準液塗布後 1 分と 5 分では pH の変化が無いにも関わらず最大保持力を示す pH の値が異なっており、テープの保持力には pH の他にも被着体の水分量などの要素も関係していると考えられ、さらに臨床での使用を考えると様々なテープと消毒液の組合せや透析針に貼り付ける部位等の検討が必要であると考えられる。

## 参考文献

- (1) (一社) 日本透析医学会統計調査委員会, 図説 わが国の慢性透析療法の実況 (2014 年 12 月 31 日現在)
- (2) 佐藤久光, 特集 2 出血に至るメカニズム 2-1 抜針, 透析ケア, Vol.9, No.9, 2014, p.15
- (3) 平成 12 年度厚生科学特別研究班, 透析医療事故の実態調査と事故対策マニュアルの策定に関する研究, 日本透析医会雑誌, Vol.6, No.2, 2001, pp.236-63
- (4) 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金医療

医療技術評価総合研究事業. 透析施設におけるブラッドアクセス関連事故防止に関する研究報告書. 2006

- (5) 佐藤麻央, 血液回路のテープ固定法に関する実態調査, 第 55 回日本透析医学会 学術集会・総会, 2010
- (6) 渡部拓也, 透析針固定テープと透析針の組み合わせによる保持力の検討, Clinical Engineering, Vol.24, No.7, 2013, pp.712-713
- (7) 堀場製作所 標準液  
<http://www.horiba.com/jp/application/material-property-characterization/water-analysis/water-quality-electrochemistry-instrumentation/the-story-of-ph-and-water-quality/the-basis-of-ph/measuring-ph-using-a-glass-electrode/reference-solution/>, 閲覧日 2016/6/15  
現在
- (8) 北崎寧昭, 初歩から学ぶ粘着剤, 丸善出版, 2011, pp.112-127