

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：27501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K17415

研究課題名（和文）血液透析患者のシャント血流音と狭窄度の関連

研究課題名（英文）The correlation between the arteriovenous fistula sound and the degree of stenosis in hemodialysis patients

研究代表者

田中 佳子 (TANAKA, KEIKO)

大分県立看護科学大学・看護学部・助教

研究者番号：70550804

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、血液透析を行うための血管であるシャント血管を流れる血流音と、シャント血管の狭窄度、患者の動脈硬化の指標などの身体所見の関連を明らかにする目的で研究を行った。血液透析患者のシャント血流音を解析し、その周波数特性とシャント狭窄度、身体所見に関連があることがわかった。しかし使用した電子聴診器では集音できないシャント血流音の周波数帯域があることもわかり、聴診器付きマイクを試作、その妥当性明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シャントによる血液透析患者の約4割は、シャント血管を造設して5年で狭窄や閉塞によるシャント不全で再建等の処置が必要となっている。シャント不全を引き起こす前に、シャント血管の異常を発見し対処できれば、シャント再建などの処置が不要となり患者の苦痛と医療費の低減につながる。本研究では、1心拍分のシャント血流音の中での500-600Hzの高い音の持続性と、200Hz、550Hz程度の周波数帯域の音圧レベルから判別すれば、シャント狭窄度30%付近で血管の狭窄を見つけられる可能性があることが明らかになった。このことは、シャント狭窄への早期の対応を可能とし、シャント不全を未然に防ぐことにつながる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify the correlation between the arteriovenous fistula sound, the arteriovenous fistula used for hemodialysis, and the degree of the arteriovenous fistula and physical factors such as the indexes of the arteriosclerosis fistula. Arteriovenous fistula sound of hemodialysis patients were analyzed and their frequency characteristics were found to be related to the degree of the arteriovenous fistula stenosis and their physical factors. It was found that there were frequency bands of the arteriosclerosis fistula sound that could not be collected by the electronic stethoscope used, so we developed a prototype microphone with a stethoscope and clarified the validity of the microphone.

研究分野：基礎看護技術

キーワード：シャント血流音 シャント狭窄

1. 研究開始当初の背景

わが国において透析患者は増加の一途をたどり、日本透析医学会の報告によると、2015年には32万人を超え、その9割を超える31万人以上の患者が血液透析を行っている。血液透析は1週間に3回程度実施され、その度に穿刺が必要となること、1分あたり150-300mlの血流を確保する必要があることから、専用経路であるバスキュラアクセスを要する。多くの場合、橈側皮静脈と橈骨動脈を吻合した内シャント(以下、シャント)がバスキュラアクセスとして用いられる。シャントは患者にとって必要不可欠なものであり、その機能不全は透析の除水率の低下や患者の生命予後に影響をきたすため、日常からシャントの管理を行い、機能を維持することが重要である。しかし臨床の現場では、シャントに狭窄や閉塞が生じ、シャント不全に陥ることは少なくなく、自己動静脈シャントの一次開存率は5年で57.4%(松田ら2012)と報告するものもある。シャントを造設した患者の約6割は5年以内に経皮的血管拡張術や経皮的血栓除去療法等の観血的操作が行われており、患者への侵襲的負担は大きい。この患者負担を軽減するためにも、シャント狭窄や閉塞の徴候を早期に発見することは重要である。そのため、血液透析時には近年若量化、低価格化が進んだ超音波診断装置を用いて医師や臨床工学士がシャント狭窄の評価を行う医療施設も少なくない。

シャント狭窄や閉塞の徴候には、血液透析時にはシャント血流量の低下から脱血不良を生じることや、血液透析時以外でも、視診で皮膚の色の変化や浮腫、触診で狭窄部が硬くなる、スリルの減少、聴診で狭窄部での高調音や狭窄部より末梢側では断続音、狭窄部より中枢側では連続音への変化等がある。それらを早期に発見するため、1週間に3回は血液透析のため受診する医療施設で、医師や看護師がフィジカルアセスメントを行っている。また、患者やその家族も自宅でシャントの観察を行っている。しかし視診や触診で上記徴候を観察した場合、すでにシャント狭窄が疑われる状況である。一方で聴診の場合は、シャント血流音が大きく変化する前のわずかな変化に気づくことができれば、異常の早期発見に繋がると考える。また、患者に自宅で朝・昼・夜・寝る前にかかわらずシャント音を聴くよう指導することを推奨(宮田ら2014)しているが、シャント造設後毎日自己聴診を行っている患者は38%(小林ら2015)という報告もあり、実際には高齢や認知症等様々な要因から、患者が自己管理することは難しいケースもある。そして、聴診法は聴診者の聴力や主観が大きく影響する手技であることが知られており、トレーニングが必要な技術でもある。そこでシャント血流音の特徴が解明されると、トレーニングにも有用であると考えられる。先行研究においては、シャント血流音の周波数解析からその特性を明らかにし、シャント狭窄度と関連付けているものもあるが、それぞれの研究者が周波数の解析や分析方法を模索している段階にとどまっており、シャント狭窄と周波数特性の関連の解釈についても見解は同じではない(阿岸ら2006,佐藤ら2009,西谷2010,藤堂ら2011)。

また、シャント狭窄は、動脈硬化によるシャント血管の脆弱化がひとつの影響とされている。シャント狭窄をアセスメントするには視診、触診、聴診だけではなく、動脈硬化についても考慮すればより早期にシャント狭窄を発見できると考える。

2. 研究の目的

シャント狭窄度とシャント血流音の周波数特性、患者の動脈硬化に関する身体所見には何らかの相関があると仮説を立て、1) シャント血流音の周波数特性について明らかにすること、2) シャント血流音の周波数特性とシャント狭窄度、患者の身体所見の3者の関連を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

シャント狭窄度とシャント血流音の周波数特性、患者の動脈硬化に関する身体所見

1) 対象者

自己血管シャントによる血液透析を行っている患者20名を対象とし、シャント狭窄が疑われる10名と疑いがないと判断される10名とした。

2) 調査期間：2016年7月～9月

3) 収集データ：シャント血流音、シャント血管径、身体所見

4) シャント血流音の録音方法

録音は、仰臥位でシャントのある上肢を安楽な体位とし、入院中の患者は病室で、通院している患者は外来の個室で行った。録音には、電子聴診器(3MTMリットマンTMエレクトロニックステソスコープ3200)を用いた。

5) シャント血管径

シャント血流音の録音と同じ体位で、超音波装置(日立製作所製デジタル超音波装置Noblus)を用い、シャント血管の短軸画像から計測した。そして、その血管径から狭窄度を算出した。

6) 身体所見

電子カルテより対象者の以下の情報を得た。

生年月日、身長、除水後の体重、現在使用しているシャント血管での透析期間、血圧、LDL コレステロール、HDL コレステロール、総コレステロール、中性脂肪
糖尿病と血管疾患の既往

7) シャント血流音の解析

シャント血流音 1 心拍分についてスペクトラム解析を行い、ピークのあるポイントを見出し、2つのパターンに分けた。

8) 分析方法

シャント狭窄度とスペクトラムのピーク値、シャント狭窄度と身体所見、スペクトラムのピーク値と身体所見の相関の程度を求め、スペクトラムのピーク値とパターン、身体所見についてはそれぞれ比較した。

聴診器付きマイクの試作とその妥当性について

1) 対象者：自己血管シャントによる血液透析を行っている 76 名

2) 調査期間：2017 年 11 月

3) 収集データ：シャント血流音、血管抵抗指数、看護師のシャント狭窄に関する判断

4) シャント血流音の録音方法

録音は個室で行い、端座位で上腕を机の上に置き、肘関節を伸展させた状態でシャント吻合部と肘関節部のシャント血流音を録音した。また、録音には試作した聴診器付きマイク（フォーカルコーポレーション社製聴診器 FC-200 + オーディオテクニカ社製モノラルマイクロホン AT9903）と電子聴診器（3MTM リットマンTM エレクトロニックステソスコープ 3200）を用いた。

5) 血管抵抗指数（RI）の算出

超音波装置（日立製作所製デジタル超音波装置 Noblus）にて上記、録音部位の収縮期最高血流速度と拡張末期血流速度から算出した。

6) 看護師のシャント狭窄に関する判断

研究対象の 76 名の血液透析患者のシャントについて、血流音や他の身体情報からシャント狭窄を疑うか否かを判断していただき、記録した。

7) シャント血流音の特徴量の抽出

聴診器付きマイクと電子聴診器で録音したそれぞれのシャント血流音を周波数パワー割合（フーリエ変換後に周波数スペクトラムを求め、4つの周波数帯域分割し、各周波数帯域のパワーを総和し割合を算出）MFCC（メル周波数ケプストラム係数：特性を考慮し重み付けされた特徴量）、正規化相互相関係数（血管抵抗指数の低いシャント血流音解析画像との類似性を示す係数）を抽出した。

8) シャント血流音の識別方法

RI 0.6 未満をシャント狭窄疑いなし群、0.6 以上を疑いあり群とし、Support Vector Machine を用いて、抽出した 3 種のシャント血流音の特徴量を機械学習させた。その後、RI 0.6 を基準に正答率を求め、看護師の狭窄の判断についても、RI 0.6 を基準に正答率を求めた。

4. 研究成果

シャント狭窄度とシャント血流音の周波数特性、患者の動脈硬化に関する身体所見

シャント血流音の高周波数帯域において、シャント狭窄度を反映するパターンや 4 つのピークが見出され、シャント狭窄度との関連が示唆された。また、現在使用しているシャント血管での透析期間が短い、中性脂肪値が低いとシャント狭窄度が低いことがわかった。しかし、今回使用した電子聴診器では集音できないシャント血流音の周波数帯域があることもわかり、聴診器付きマイクを試作することとした。

聴診器付きマイクの試作とその妥当性について

正答率は、聴診器付きマイク 0.553、電子聴診器 0.483、看護師の判断 0.59 であった。看護師の判断には及ばないものの、試作した聴診器付きマイクは電子聴診器よりシャント狭窄度の識別に適していることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Daisuke Higashi, Keiko Tanaka, Satoko Shin, Keisuke Nishijima, Ken'ichi Furuya	4. 巻 772
2. 論文標題 Classification of Arteriovenous Fistula Stenosis using Shunt Murmurs Analysis and Support Vector Machine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing	6. 最初と最後の頁 884-892
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 該当する

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Daisuke Higashi, Keiko Tanaka, Satoko Shin, Keisuke Nishijima, Ken'ichi Furuya
2. 発表標題 Classification of Shunt Murmurs for Diagnosis of Arteriovenous Fistula Stenosis
3. 学会等名 APSIPA ASC2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中佳子
2. 発表標題 血液透析患者におけるシャント血流音の周波数特性に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本健康学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------