奈良県医師会透析部会誌第 26 巻第 1 号に
掲載された

リハビリテーション科

　湯浅悠樹　理学療法士の論文

「ＰＡＤを発症した透析患者に対する
　運動療法の有効性」

が、優秀論文に選ばれましたのでお知らせ

致します。

表彰状

優秀論文賞 他職種部門

医療法人 康仁会 西の京病院

湯浅 悠樹 殿

奈良県医師会透析部会誌
第26巻第1号に掲載された
貴殿の論文「PAD を発症した透析患者に対する運動療法の有効性」は厳正な審査の結果、
優秀論文に選ばれました
ここにその栄誉に対して賞状
および奨励金を贈りこれを賞します

令和3年2月7日

奈良県医師会透析部会
理事長 米田龍生

〔原　　著〕

PADを発症した透析患者に対する運動療法の有効性

医療法人康仁会 西の京病院 診療支援部 リハビリテーション科[1]，同臨床工学科[2]，透析センター[3]

湯浅悠樹[1]，上村将太[1]，本庄真子[1]，明道知巳[1]，二神徳明[2]
野口　幸[2]，山岡みゆき[3]，高田史門[3]，吉岡伸夫[3]

EFFECTIVENESS OF EXERCISE THERAPY IN HEMODIALYSIS PATIENTS WITH PERIPHERAL ARTERIAL DISEASE

Yuki YUASA[1], Shota UEMURA[1], Mako HONJO[1], Tomoki MYOUDOU[1], Noriaki FUTAGAMI[2], Miyuki NOGUCHI[2], Miyuki YAMAOKA[3], Shimon TAKADA[3], Nobuo YOSHIOKA[3]

1）*Department of Rehabilitation, Nishinokyo Hospital*
2）*Department of Clinical Engineering, Nishinokyo Hospital*
3）*Dialysis Center, Nishinokyo Hospital*

Key words：運動療法，身体機能

緒言

透析患者は末梢動脈疾患（peripheral arterial disease；PAD）の罹患率が高く，発症率は約20％程度といわれている[1]．また，透析患者が重症下肢虚血（critical limb ischaemia；CLI）になると下肢切断に至るため集学的な治療が重要となる[2]．

PADに対する治療の第一選択は血管内治療（endovascular treatment；EVT）とされているが，非透析患者における1年以内の再狭窄率の40～60％[3]に比して透析患者の治療成績，長期開存率は低下する．

最近，PAD患者に運動療法を導入することで下肢の血流増加だけでなく，下肢の疼痛や間欠性跛行（intermittent claudication；IC）の軽減，さらに身体機能の改善による筋肉量の増加，ADLの向上など様々な効果が謳われるようになってきた．そのため，患者の状態に応じた運動療法を継続することで，下肢の症状の改善が期待できる．

今回，PADを発症した透析患者に対して導入した運動療法の有効性を検討した．

対象

皮膚組織灌流圧（skin perfusion pressure：SPP）が50mmHg未満で，IC，下肢疼痛のいずれかを認めPADと診断された当院外来通院中の維持透析患者9名（男性5名，女性4名，平均年齢75.0±11.1歳，平均透析年数11年±7年3か月）を対象とした．原疾患は糖尿病性腎症6名，慢性糸球体腎炎2名，腎盂腎炎1名であった．全症例で高血圧，6名に脂質異常症の合併を認めた．

方法

対象患者に対して担当制とした5名の男性理学療法士が運動療法を実施した．導入前の身体機能評価結果（**図1**）をもとに個別にプログラムを作成した．研究期間は2018年12月から2019年10月における任意の3か月とし，透析前に週2回，計24回実施した．血液改善効果はSPPで評価した．統計学的解析にはIBM社製SPP® Statistics

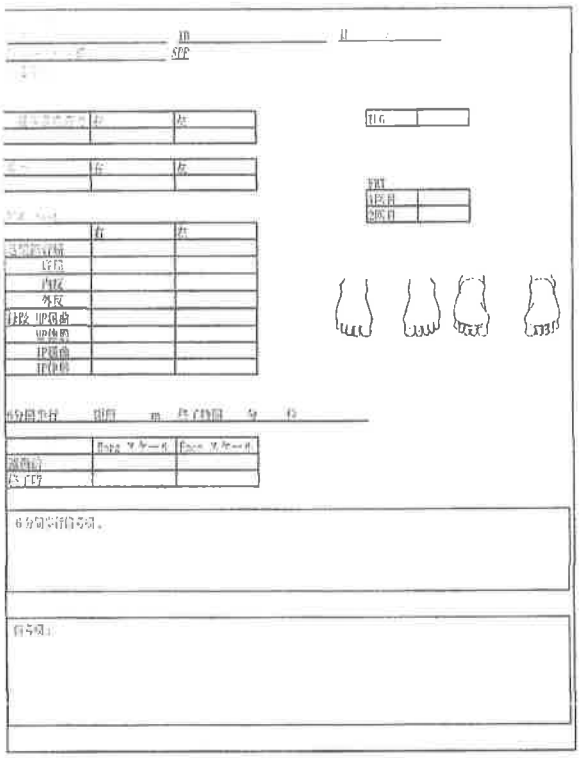

図１　身体機能評価用紙

Ver.20を使用し，Student t-test で危険率5％未満を有意差ありとした．

運動療法の実際

運動療法は透析センター前廊下での20分間の歩行訓練としたが，歩行前に関節可動域（range of motion；ROM）訓練，筋力増強訓練，バランス訓練を，歩行後に ROM 訓練をあわせて40分間（2単位）行った．後述する身体機能に応じて増減した．各訓練内容と評価方法を示す．

1.ROM 訓練は理学療法士が行う場合と患者自身で行う場合があるが，今回は理学療法士が足関節・足趾を中心にベッド上で5分間行った．評価は関節可動域表示ならびに測定法[4]（ROM テスト）を用いて，足関節背屈・底屈・内反・外反，母趾中足趾節（MP）関節屈曲・伸展，母趾趾節間（IP）関節屈曲・伸展の ROM を測定した．歩行訓練後にも10分間実施した．

2.筋力増強訓練は徒手的に抵抗をかけながらのキッキング，下肢伸展挙上，足関節底背屈運動をベッド上で3分間行った．握力とハンドヘルドダイナモメーターを用いた大腿四頭筋筋力で評価した．

3.バランス訓練は2分間の片脚立位やタンデム立位，タンデム歩行とした．Timed Up and Go Test（TUG），Functional Reach Test（FRT）で評価した．

4.歩行訓練は，50m のトラック歩行を20分間実施した．その際，同行している担当理学療法士が疲労感・疼痛の有無を評価した．疲労感については Borg スケール（6～20）の14点で，疼痛は Face スケール（0～5）の4点で休止した．休止後，回復しない場合や IC が増悪すれば中止とした．休止・再開毎に個別の歩行訓練所見用紙（**図2**）に歩行距離，歩行時間を記録，併せて

歩行訓練所見用紙

月　日	一回目	二回目	三回目	四回目	Total	備考
Distans						
Time						
Face スケール						
Borg スケール						

月　日	一回目	二回目	三回目	四回目	Total	備考
Distans						
Time						
Face スケール						
Borg スケール						

月　日	一回目	二回目	三回目	四回目	Total	備考
Distans						
Time						
Face スケール						
Borg スケール						

図２　歩行訓練所見用紙
①休止するたびに Distance，Time，Face スケール，Borg スケールを記載
②5回目以降の歩行訓練の結果は備考欄に記載

Borgスケール，Faceスケールも記載した．また，所見用紙をもとに，歩行時の疼痛出現部位や程度を見極めて，歩行訓練負荷量のステップアップ・ダウンを適宜行った．評価は運動療法開始前と訓練3か月後の6分間歩行試験における歩行距離で行った．開始前の6分間歩行試験で，2分以上継続できなかった，連続で100m歩行できなかった，のどちらかに該当した場合，筋力増強訓練・バランス訓練に重点を置いたプログラムを組み，さらに過負荷にならないようにBorgスケール，Faceスケールで評価しながら歩行訓練を減じた．

患者個別の身体機能評価結果を参考にROM訓練や筋力増強訓練の部位や程度を決定した．

結果

表1に対象9名の運動療法開始前，3ヵ月後に行った6分間歩行試験の歩行距離とBorgスケール，Faceスケールを示す．最終歩行距離は性別，年齢，合併症の程度によって様々な結果となり，倦怠感や疼痛との因果関係は明らかではなかった．運動療法後でも4名は6分間歩行を継続できず途中で中止している．

表1　6分間歩行前後のBorgスケールとFaceスケールの結果

患者	運動療法前 6分間歩行前→後 Borg	Face	6分間歩行距離(m)	運動療法後 6分間歩行前→後 Borg	Face	6分間歩行距離(m)
①84歳　女性	6→15	2→2	37	6→15	2→2	50(中止)
②78歳　男性	6→13	4→5	40	6→ 9	0→2	95(中止)
③85歳　男性	6→18	2→3	75	6→17	2→3	100(中止)
④70歳　女性	6→15	1→1	25	6→13	1→2	100(中止)
⑤67歳　男性	6→11	2→1	200	6→12	1→1	270
⑥84歳　女性	6→14	0→0	260	6→13	0→0	285
⑦71歳　女性	6→13	0→4	165	6→13	0→3	290
⑧50歳　男性	6→ 6	3→0	300	6→ 6	0→0	305
⑨80歳　男性	6→15	0→3	355	6→16	3→4	350

糖尿病：①③⑤⑥⑧⑨　脂質異常症：①③⑤⑥⑦⑨
狭心症③⑨　EVT後：⑦

歩行訓練中もBorgスケールとFaceスケールで負荷量の確認を行ったが，休止を頻回に行っても，中止に至るケースはなかった．

運動療法の結果，6分間での歩行距離は161.8±124.5 mから205.0±125.6 m（p<0.01）と有意に延長した（**図3**）．また，ROM訓練において足関節背屈が5.7±7.9度から10.5±7.2度（p<0.01），底屈が35.0±12.9度から42.0±6.1度（p<0.01），外反が4.2±4.3度から7.5±5.9度（p<0.01）と有意に改善したものの，足関節内反，母趾MP関節屈曲・伸展や母趾IP関節屈曲・伸展には有意な差は得られなかった．さらには握力，大腿四頭筋筋力やバランス訓練におけるTUG，FRTも有意な改善は得られなかった（**表2**）．SPPは53.6±20.2mmHgから61.3±19.1mmHg（p<0.01）に有意に改善した（**図4**）．

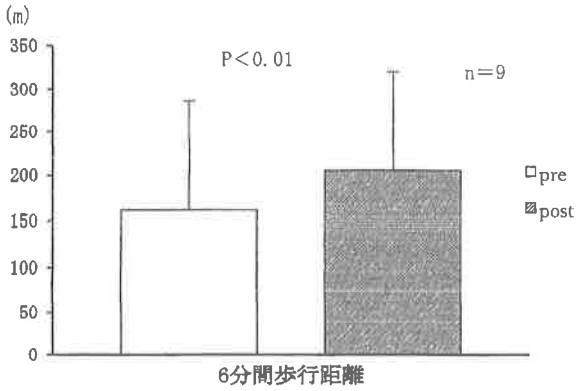

図3　6分間歩行試験

表2　身体機能評価結果

検査項目	運動療法前	運動療法後	P-value
関節可動域			
足関節背屈(度)	5.7± 7.9	10.0± 7.2	P<0.0001
足関節底屈(度)	35.0±12.9	42.0± 6.1	P=0.01
足関節外反(度)	4.2± 4.3	7.5± 6.9	P<0.0001
足関節内反(度)	27.7±13.8	26.7±11.3	P=0.75
母指IP関節屈曲(度)	20.0±10.0	24.0±13.0	P=0.21
母指MP関節屈曲(度)	49.2±21.7	54.2±14.8	P=0.07
バランス能力			
TUG(秒)	13.0± 5.8	15.0± 9.3	P=0.48
FRT(cm)	22.0± 7.8	25.3±11.6	P=0.22
筋　力			
握力(Kg)	17.0± 7.2	17.0± 7.6	P=0.48
大腿四頭筋筋力(Kg)	11.0± 8.4	12.0± 8.2	P=0.24

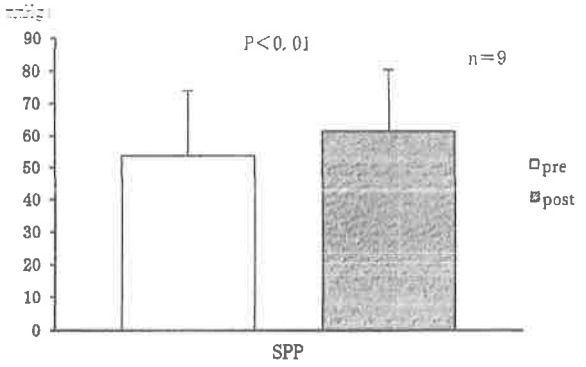

図4　SPP評価結果

考察

透析患者に対するPADの治療はEVTによる血行再建術が中心となるが，長期の開存率は高くないのが現状である．最近，EVT以外の治療として薬物療法やLDLアフェレーシス，フットケアなど様々な方法が試される中で注目されているのが運動療法である．現在，ICのあるPAD患者における監視型の運動プログラムはすでにエビデンスが確立されており，2000年欧米諸国の学会によって作成されたPADの診断と治療のガイドライン TASC（Trans-Atlantic Inter-Society Consensus）を受けて2007年に発表された改訂版TASC IIにおいてもグレードAとして推奨されている[5]．

PADを発症すると下肢の冷感や痺れ，さらにはICが出現し，歩行困難から身体機能の低下を招く恐れがある．しかし運動療法が効果を発揮すれば側副血行路増加，下肢筋内血流再分布，血行動態レオロジーの改善，酸素代謝動態改善，歩き方上達，疼痛閾値上昇，心肺機能改善が期待できる[6]．運動療法を実施するにあたっては，PAD患者の症状が様々であることや最近の患者高齢化による身体機能の低下などに留意して，個別の対応が必要となる．サルコペニア・フレイルの透析患者では積極的な歩行訓練が必要となる反面，過度になると転倒や骨折のリスクが高まるため，筋柔軟性を向上させるためのROM訓練や歩行能力を向上させるための筋力増強やバランス訓練が必要となる．

今回，我々が研究デザインとして重視したのは患者個別のプログラムの作成と運動療法の結果をどのように評価するかにあった．まず初期プログラムの作成においては，方法で示したが，患者のROM範囲や筋力，バランス能力などの身体機能の情報を幅広く入手し，理学療法士が専門的に判断した．さらに歩行訓練における所見用紙を用いて，訓練の進捗状況に応じた情報を分析し，プログラム内容を適宜変更した．また訓練同行の理学療法士が時系列にデータを採取し，さらにはスケールを用いることで，過負荷にならず継続できるような歩行訓練を心掛けた．

実際の歩行訓練の有効性の判定は，呼吸運動療法には必須の評価項目であり歩行能力を一定時間内での距離で評価する6分間歩行試験を採用したことと，下肢血流の客観的評価としてSPPを用いたこともよい視点であったと考えている．

今回の研究の結果，ROMテストでは一部に明らかに有意差を認め，それ以外も足関節内反以外は改善傾向を示したこと，また筋力増強訓練は効果が少なかったもののバランス訓練は改善傾向を示したことで，ROM訓練やバランス訓練の成果が歩行距離やSPPに反映したと思われる一方，有意差までは得られなかったことで運動時間や強度などさらなる検討の必要性があることが示唆された．しかし，6分間歩行距離は有意に延長しSPPも有意に改善したことで運動療法の有効性を示すことができたと思われる．

PADは血流障害だけでなく骨格筋の筋力低下につながる．IC患者は健常者に比して膝伸展筋力が有位に低値であり[7]，PADの悪化に伴って骨格筋における脂肪化組織の増加や筋組織の線維化が複雑になる[8]ため，運動療法は骨格筋に対しても必要であるとされている．このことを踏まえると，今回の研究ではレジスタンス運動の不足があったことが示唆される．筋力増強には少なくとも最大筋力の75％以上の負荷が必要とされている[9]が，理学療法士の徒手での負荷は十分では

なかったのかもしれない．また，負荷量の設定が個別に担当した理学療法士の主観に負うところが大きかったのも問題であった．6分間歩行距離は文部科学省が65～79歳で毎年実施しているが，75～79歳では男性579.19±86.06 m，女性530.97±81.83 mとなっている[10]．今回の対象患者の6分間での歩行距離は有意に延長したものの，同年代の平均からは全員がほぼ60％以下であった．歩行距離をさらに延長していくための負荷量に対する客観的指標の導入やスケールの標準化など検討が必要であると思われた．また，筋力増強のためには透析患者に多い低栄養・低アルブミン状態の改善が重要となるが，運動療法と栄養療法の一元的な取り組みも今後の課題である．

以上，プログラムの再検討が必要ではあるものの，歩行距離の延長とSPPの改善が得られたことで，今回当院で実施した運動療法はPADを発症した透析患者に有効であると思われた．

結語

PADを発症した透析患者に対する運動療法はSPPの改善だけでなく歩行距離の延長にも効果的であった．

文献

1）Cheung AK, Sarnak MJ, Yan G, Dwyer JT, Heyka RJ, Rocco MV, Teehan BP, Levey AS. Atherosclerotic cardiovascular disease risks in chronic hemodialysis patients. Kidney Int　2000；58：353－362

2）O'Hare A, Johansen K. Lower-extremity peripheral arterial disease among patients with end-stage renal disease. J Am Soc Nephrol　2011；12：2838-2847

3）宮田哲郎，赤澤宏平，秋下雅弘，東信良，吉川公彦，後藤信哉，古森公浩，佐藤紀，寺師浩人，中村正人，林宏光，枇榔貞利，村上厚文，山内敏正，山科章，横井宏佳，新本 春夫，飯田修，石井伸弥，石田厚，市来正隆，伊東啓行，井上芳徳，鬼塚誠二，尾原秀明，河原田修身，北川剛，工藤敏文，小島太郎，児玉章朗，駒井宏好，重松邦広，杉本郁夫，出口順夫，富田愛子，冨山博史，布川雅雄，羽田裕亮，古屋隆俊，保坂晃弘，細井温，前田英明，正木久男，三井信介，宮下裕介，村上隆介，孟真，山岡輝年，渡部芳子，大内尉義，太田敬，門脇孝，重松宏，種本和雄，筒井裕之，室原豊明．末梢閉塞性動脈疾患の治療ガイドライン 2015改訂版．日本心臓血管外科学会雑誌　2016；45：1-52

4）米本恭三，明石謙，椿原彰夫，石田暉，大橋正洋，沖川悦三，安藤憲彦，里宇明元，木村彰男，辻哲也，千野直一，宮野佐年，美津島隆，新妻淳子，道免和久，原寛美，江藤文夫，高坂哲，石神重信，新舎規由，川平和美，渡邉修，三上真弘，陳隆明，牧田茂，上月正博，久保俊一，千田益生，堅山佳美，志波直人，村尾浩，水間正澄，古市照人，花山耕三，江口清，立野勝彦，米本恭三，豊倉穣，近藤克則，藤井直人，小林一成，岡島康友，正門由久，眞野行生，長谷公隆，森田定雄，田島文博，才藤栄一，赤居正美，梶原敏夫，安保雅博，近藤和泉，渡辺俊之，越智文雄，下堂薗恵，田中信行，中馬孝容，蜂須賀研二，徳弘昭博，真嶋満，堀井基行，吉永勝訓，濱田全紀，横串算敏，梅津祐一，山口淳，鈴木大雅，朝貝芳美，先崎章，染矢富士子，出江紳一，石神重信，石田暉，江藤文夫，宮野佐年　編．最新リハビリテーション医学　第2版．東京：医歯薬出版株式会社，2007；415-421

5）牧田茂．PADのリハビリテーションの運動耐容能試験．総合リハビリテーション 2016；44：401-404

6）石橋宏之，太田敬．PADに対する運動療法・薬物療法の現状と有用性．医学のあゆみ

2004；211：869-873

7）McDermott MM, Guralnik JM. Impairments of muscles and nerves associated with peripheral arterial disease and their relationship with lower extremity functioning: the InCHIANTI Study. J Am Geriatr Soc 2004；52：405-410

8）Cluff K, Miserlis D. Morphometric analysis of gastrocnemius muscle biopsies from patients with peripheral arterial disease: objective grading of muscle degeneration. AmJ Physiol RegulIntegr Comp Physiol 2013；305：291-299

9）Rhodes E, Martin A, Taunton J, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effect of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. Br J Sports Med 2000；34：18-22

10）文部科学省：体力・運動能力調査，調査の結果，統計表一覧. http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/1261241.htm. Accessed 2017；31