6

下肢切断を合併した透析患者の
リハビリテーション医療Rehabilitation for Patients under Dialysis with Lower Limb
Amputation

武居光雄*

Mitsuo Takei

Key words : 至適透析／心肺機能再調整／自己管理教育／リスク管理

要旨

下肢切断を合併した透析患者のリハビリテーション医療において重要なことは、切断術前後の間髪を入れないリハビリテーション実施である。透析患者はもともと心肺機能低下が著しいうえに義足歩行はエネルギー消費が多いため、廃用症候群に陥るとほぼ自立歩行獲得は不可能となる。術前から原疾患のコントロールを十分に実施し至適透析を行ったうえで、四肢体幹を鍛えるのみではなく、心肺機能増強をめざすリハビリテーション戦略を立てる必要がある。

切断に対する
リハビリテーション

2016年12月31日時点での慢性透析患者数は32万9,609人であり、毎年増加し続けている。近年、特に糖尿病由来（1998年から導入原因第1位）の患者と腎硬化症由来の患者が増え、社会問題となっている¹⁾。

下肢切断合併例へのリハビリテーションであるが、リハビリテーションを論じる前に最低限担保すべきことは至適透析（表1）の実施である。すなわち、必要十分な透析の実施が担保されることにより、より効果的なリハビリテーションが可能となり心肺機能が向上してリハビリテーションの成功につながるといっても過言ではない。

下肢切断合併例における管理のポイント（表2）

* 諏訪の杜病院
（〒870-0945 大分県大分市津守 888-6）
E-mail : suwanomori@suwanomori.jp
DOI : 10.2490/jjrmc.55.838

表1 至適透析のための理想的な目標値

1. 心胸比（CTR）：男性 50%以下、女性 55%以下
2. 透析効率（Kt/V）：1.6 以上（十分な透析量の確保）
3. 蛋白異化率（PCR）：1.2 以上
4. クリアランスギャップ（CL-Gap）：10%以下
5. 神経伝導速度（NCV）：可能な限り正常範囲内
6. 心エコーにおける機能（透析後）：左房径 40 mm 以下、左室拡張終末期径 45 mm 以下、左室駆出率 60%以上
7. 適切な（生体適合性のよい）透析膜の選択
8. 適切な透析液の作成（エンドトキシンフリー、電解質濃度など）
9. 適切な透析条件の選択
（回数、時間、QB、QD、HD、HDF、HF、CAPD など）
10. 貧血の改善（Hb : 10 g/dL 以上、Hct : 30%以上）
11. TP : 6.0 g/dL 以上、Alb : 3.0 g/dL 以上、透析前 BUN : 80 mg/dL 以下、透析後 BUN : 35 mg/dL 以下
12. エネルギー摂取量 : 35 kcal/kg/日 以上

に沿って述べることとする。

1. 至適透析の担保

各項目における理想値を表1にまとめた。

2. 原疾患のコントロール

透析患者における切断は、そのほとんどが糖尿

表2 切断症例の管理のポイント

1. 至適透析の実施
2. 原疾患のコントロール
3. 心肺機能の再調整
4. リスク管理
5. 適切な切断部位の選択
6. 義足作成適応の有無
7. 切断端の周径差コントロール、切断面の保護、褥瘡予防
8. 自己管理教育（原疾患、義足の取り扱い、日常生活指導）
9. リハビリテーションの継続

病由来もしくは末梢動脈疾患（peripheral arterial disease：PAD）である。原疾患の病状コントロールが基本である。

3. 心肺機能の再調整

切断透析患者のほとんどは全身的な血管疾患の合併を認める。特に、心肺機能が低下している場合が多く、心エコー、心肺運動負荷試験（cardio-pulmonary exercise test：CPX）などの心負荷試験を積極的に実施し、正確な心肺機能を評価して必要に応じて心血管造影や経皮的冠動脈形成術（percutaneous coronary intervention：PCI）治療を行うことが望ましい。心肺機能の再調整を行わないと十分な切断のリハビリテーションは実施できない。

4. リスク管理

心血管イベントを予防するリスク管理が大切である。特に、循環器系合併症の有無とそのコントロールがリハビリテーションの成功に強く関与する。

5. 適切な切断部位の選択

あらかじめ血管造影などで切断部位を検討するが、最終的には術中の評価で決められる。その際、できることなら切断部位を評価する時点からリハ

ビリテーション科医がかかわることが望ましい。前もってリハビリテーションの戦略が立てられるからである。

6. 義足作成適応の有無

切断部位によって義足作成の可否を十分に検討しなければならない。術前のADL、歩行状態、全身状態などで判断する。また、退院後の予想されるADLや生活スタイルにも左右される。膝下切断、膝上切断での義足歩行の際のエネルギー消費率の違いも考慮する必要がある。実際は膝上切断での義足歩行獲得は非透析患者の切断に比べてかなり困難である。病院内での訓練にとどまることも多い。ただし、その際でも車いすの使用を目的とした訓練が十分に必要である。

7. 切断端の周径差のコントロール、切断面の保護、褥瘡予防

切断部において透析日と非透析日に周径差が出現することが多いが、可能な限りその差を小さくする努力を行う。透析間における増量が多いこと、栄養状態（血中総蛋白値やアルブミン値にも影響される）の悪化、末梢循環不全などに起因する。義足を作製した場合は毎日装着し、かつ、弾性包帯などを用いて浮腫のコントロールをしっかりと行い、せっかく作成したのに使用しないという事態は避けるべきである。切断のほとんどが糖尿病もしくはPADによるものであり、外傷は少ない。適切な切断面が選択されないと創傷部位の治癒が遷延することが多い。通常は、あらかじめ術前検査にて最適な切断面を考慮するが、術中所見（特に、創部からの出血の程度）で変更することもある。創面での血流が十分に保たれないと創傷治癒が遷延する。その際は、いたずらに時間をかけて創処置を継続するよりも、新たに上部での再切断を考慮したほうがよい。切断部位としては指、膝下（下

腿)、膝上(大腿)切断がほとんどを占める。基本的にドレッシングは自分で行う。PADの場合は血流評価を定期的に実施する。周径差のコントロール(透析日と非透析日の周径差をなるべく少なくする)も大切な予防因子である。当然、創を清潔に保つべきである。弾性包帯の上手な利用や毎日の義足装着が大切である。

8. 自己管理教育(原疾患、義足の取り扱い、日常生活指導)

特に、現在導入原因第1位である糖尿病そのもの(血糖コントロール、合併症コントロール)や透析に対しての自己管理教育が大切である。その中には食事指導、自主訓練、日常生活指導も含まれる。

9. リハビリテーションの継続

透析日のリハビリテーションに関しては透析後の疲労感が強く、なかなかリハビリテーションの実施が困難なため、透析前や透析中(セラバンド、下肢エルゴメータなど)に実施する。透析直前のリハビリテーションもリスク管理さえしっかりすればまったく問題なく実施できる。リハビリテーションは毎日実施することが大切である。また、上肢をトレーニングすることで「できるADLおよびしているADL」が増加する。非切断側の下肢や体幹の筋力を増強することで、自力でトランスファーができるようになる。トランスファーは移動するために最低限担保されるべき事項であり、自分で移動できるとそれだけで活動の場が広がるため、可能な限り移動能力獲得のためのリハビリテーションを行う。自宅退院する際のキーポイントは1人でトイレに行けるかどうかである。入浴に関しては、デイサービス、デイケア、入浴サービスなどの他の社会資源を利用すればよい。

また、切断者では膝関節、股関節において屈曲

拘縮を生じやすいので、体位変換やポジショニングが大切である。

方法は非透析切断患者に対するリハビリテーションと同じである。耐久性の低下に対しては、まず心肺機能の再調整を行ったうえで毎日リハビリテーションを行う(透析中もリハビリテーション継続)。その重要性を自覚してもらい、リハビリテーション継続のための工夫も必要である。そのための環境調整を行い、専属チーム(スタッフの協業)でリハビリテーションを実施する。訓練プログラムとしては、下記のごとく非透析切断者と同じメニューを実施する。

1) 術直後の断端創処置

下記のどの方法がよいかはケースバイケースで決定する。

- ① soft dressing: 弾性包帯を巻いて断端を固定する方法
- ② rigid dressing: ギプスソケットを作成し断端を固定する方法
- ③ semirigid dressing: 上記2方法の利点を活かした固定方法
- ④ controlled environment treatment: 環境制御による固定方法

2) 拘縮予防

切断後の肢位に配慮する。中でも大腿切断での屈曲・外転・外旋拘縮に注意する。早期のリハビリテーションを開始する。

3) 浮腫予防

透析間の増量、温度、義足の適合具合・装着方法などにより増強するので、十分にコントロールする必要がある。そのためには、適切な弾性包帯を適切な方法で使用する事がポイントである。熟練を要するが、最終的には患者本人が1人で巻けないといけない。弾性包帯は1日中装着し、義足もなるべく多くの時間装着することが大切である。

4) 義足装着前訓練

全身耐久力向上訓練, 呼吸訓練, 四肢体幹筋力増強, 可動域訓練, 巧緻性訓練, 基本動作・ADL訓練, 座位訓練, 起居移乗動作訓練, 立ち上がり訓練 (健脚起立訓練), バランス訓練, 片足跳び訓練, 歩行訓練など。

5) 早期義足装着訓練

上記の訓練を続行するが, 特に ADL 訓練が大切である。最終的にはどの程度の実用性をめざすかが問題となる。

6) 断端の衛生保持

断端の清拭 (透析日), 入浴 (非透析日) を行う。ソケットは毎日洗浄, 断端袋は毎日交換する。断端の観察を毎日注意深く実施する。

下肢切断患者の ADL・QOL 向上のために

透析症例での下肢切断率は2%, 糖尿病性症例では5%との報告があり²⁾。当院ではさらに高頻度で5.2% (切断部の内訳は大腿21%, 下腿64%, その他14%, 両側21%) であった。この結果は当院には重症症例が多く紹介されてくることに由来すると思われる。義足作製後, 装着部の傷を生じさせないようなケアは当然であるが, 反対側へも荷重負荷がかかるため, 機械的な圧迫により反対側の足壊疽を生じさせないように十分なケアも必要である。

透析患者の活動性は同世代に比べると低く, 最大酸素摂取量は健常者の50%程度, 身体活動量は40%程度, 運動耐容能は50%程度といわれている³⁾。

これらの原因の1つとして, 乳酸アシドーシスの遷延状態が挙げられる。疲労感が強く持続し, 運動継続の支障になっている⁴⁾。

低負荷の運動強度でも, 腎性貧血によりミトコンドリアに供給される酸素量が低下すると, 容易に

乳酸生成が増加し嫌気性代謝閾値レベルを超えてしまう。このため, 最低限の日常生活動作でも疲労が蓄積する運動強度となり, 身体活動量が低下, 筋肉量も低下するという悪循環に陥ってしまう⁵⁾。

現実的な日常生活を考えると, 実際は最低限通院のための移動能力とトイレへの移動能力を担保できればよいことが多い。そのためには, ①なるべく軽量でシンプルな義足を作成すること, ②義足への理解を十分に深め, 自己脱着を可能にし, かつ毎日装着して使用すること, ③使用するための環境調整を行うこと, ④専属チーム (スタッフの協業) を配置して最大限義足を利用すること, ⑤透析前後に伴う周径差をなるべく少なくすること, そのためには教育 (特に, 食事や透析間の増量に関して) を行い, なるべく透析1回あたりの除水量を減らす工夫を行うこと, また, 栄養状態の改善を図ること, ⑥透析後はなかなかリハビリテーションが実施できないので, 透析前もしくは透析中にリハビリテーションを継続 (下肢エルゴメータの利用など) し, 廃用症候群を可能な限り防止すること, ⑦断端に傷をつくりやすく, また治りにくいため保護に注意することが大切であるが, 原疾患である糖尿病やPADそのもののコントロールは必要最低条件である。

血液透析そのものは主として大循環系の血液の浄化を行っているが, 透析中の運動療法により, 末梢血流を豊富にすることで, より透析効率が向上する可能性が示されている⁶⁾。

実際に Heiwe ら⁷⁾ や Ota ら⁸⁾ は, 透析患者においても運動を行うことで下肢筋力や移動能力の向上は可能であり, 最大酸素摂取量も増加したと報告している。

また, 紅露⁹⁾ や 山崎¹⁰⁾ は, 非透析日のみの15~30分の運動で循環器系に改善がみられ, 運動療法の効果が現れると報告している。透析導入前の不全期において過度な安静を図り, 見かけ上の

腎機能低下を遅らせ導入時期を延ばしても、長期的な予後や廃用症候群に陥る危険性を考えると、無用な安静は必ずしも好ましくないと考えている。

ところで、両側下腿義足患者のエネルギー消費率は正常肢患者に比べると約 123% である¹¹⁾。歩行能獲得に際して合併症の有無（特に、循環器系）が重要であり、義足歩行訓練そのものが心肺機能維持のために、ひいては長期的な QOL および ADL の維持のために必要と思われる。また、動機づけにもプラスの方向に働くと思われる。透析患者では易疲労感が強く、精神的なストレスも大きい、わずかな ADL の改善でも大きな喜びとなることがある。

Dossa, 渡辺, 伊藤, 及川らは血液透析患者の下肢切断症例は 2 年生存率が 50% 以下と報告しているが、これらの大きな要因として冠動脈病変の有無が重要である¹²⁾。

金¹³⁾は糖尿病性腎症透析患者の下肢切断において虚血性心疾患の合併は実に 62% に及ぶと報告した。すなわち、PAD に罹患している透析患者はかなりの頻度で冠血管病変を合併するということである。定期的に心エコー検査を行い、必要に応じて CPX, 心カテーテルを実施し、常に心機能をチェックすることが生命予後改善につながる。心エコーは手軽で、かつ非侵襲的な検査であり、得られる情報が多いので有意義である。できればリハビリテーション科医もその手技を極めるようにしたい。

症例

症例：56 歳，男性。

病名：糖尿病，慢性腎不全，血液透析（週 3 回），透析アミロイドーシス，PAD。

障害名：腎臓機能障害，歩行障害，ADL 障害。

既往歴：高血圧，脂質異常症。

現病歴：X-25 年 糖尿病

X-5 年 糖尿病合併症 3 症増悪，血液透析導入

以降，週 3 回 4 時間血液透析実施

X 年 PAD 増悪

4 月 18 日 右下腿切断術（他医にて）

5 月 13 日 当院へ転院

身体障害者手帳：1 種 1 級（腎臓機能障害）。

入院時現症：体重 69.4 kg，身長 160.0 cm。

血液データ：HbA1c 6.6%，BUN 56.1 mg/dL，Cr 14.2 mg/dL，Hb 9.9 g/dL，Hct 30.2%，TP 6.6 g/dL，Alb 3.1 g/dL，PTH-インタクト 48pg/mL， $\beta 2$ -mg 44.2 mg/L。

心電図：down sloping ST depression in I，aVL，V5，V6。

入院後の経過

全身状態のコントロールは良好，断端創状態は創傷遅延のため不良であった。耐久性と心肺機能のさらなる改善を図りながら，義足作成の準備を開始。循環器系合併症を生じないように各種モニターを監視しながら負荷量のコントロールを行った。基本的なりハビリテーションは非透析切断患者に対するリハビリテーションと同様である（表 2 の 9 項目に準じてリハビリテーションを実施）。特に，健側下肢・患側股関節周囲筋・体幹筋の筋力増強訓練を中心に行い，車いす操作訓練も行った。工夫した点は，いかに毎日リハビリテーションを継続するかであった。そのため，非透析日は午前および午後にもリハビリテーションを実施。透析日の午前中はリハビリテーション，午後もしリハビリテーション実施後夕方から透析を開始した。また，透析中も可能な限りエルゴメータなどを利用して筋力増強を図った¹⁴⁾。幸い復職希望が強く，意識づけは十分であった。

まず，至適透析を実施して全身状態のさらなる改善を図りつつ，断端の創傷処置を継続。soft dressing を行い，浮腫と出血を予防し透析前後や

図1 立位正面 (a) と側面 (b)

透析日・非透析日でも周径差が極力出現しないような工夫を行った。また、平行棒内での立位訓練、松葉杖の使用訓練も行った。

創部が落ちついた時点で下腿義足（骨格構造、ICEROSS[®]、カーボンフット）作製。ソケットやフットの調整を必要に応じて頻回に実施、常に適合性を高めるように臨機応変に対処した（図1～3）。

次いで、プログラムを変更し、移動能力向上を図った。断端処置も（自分で）弾性包帯をうまく利用して、虚血を生じないように、かつ透析による浮腫を可能な限り軽減することで義足着用を可能にした。義足歩行でのADLは自立、10 m 全力歩行10.5 秒、6 分間歩行253 m。

図2 ICEROSS[®] 装着中 (a)、切断面正面 (b)、切断面側面 (c)

図3 義足

a：義足正面、b：義足側面、c：義足後面。

本症例の目標としては、室内義足歩行の獲得、室外は車いす併用の在宅復帰（有料老人ホーム入居）であり、可能な限りの ADL 自立と地域社会への再統合である。これは、外来通院する際の介助量軽減および自宅での（特に、トイレへの）移動能力獲得をめざし、かつ、なるべく早期に退院を図るためである。

退院後は週 3 回の外来透析通院に加え、社会復帰（就労）を図るため、週 3 回の就労継続 B 型事業所を利用している。

文献

- 1) 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現況（2016 年 12 月 31 日現在）、日本透析医学会、東京、2017
- 2) 新城孝道：糖尿病腎不全透析患者と足病変。Angiology Frontier 2003；2：41-47
- 3) Painter P, Messer-Rehak D, Hanson P, Zimmerman SW, Glass NR：Exercise capacity in hemodialysis, CAPD, and renal transplant patients. Nephron 1986；42：47-51
- 4) 松嶋哲哉：透析患者の運動療法—血液透析中の下肢運動。日本透析医会雑誌 2008；23：349-356
- 5) 谷口興一：エリスロポエチンと血液レオロジー—真空採血管粘度計の開発と臨床応用。循環制御 1993；14：41-49
- 6) 江口 圭、池辺宗三人、金野好恵、山田祐史、金子岩和、峰島三千男、秋葉 隆：新しい HDF 療法（間歇補液 HDF）の考案とその臨床効果。日本透析医学会雑誌 2007；40：769-774
- 7) Heiwe S, Tolbäck A, Clyne N：Twelve weeks of exercise training increase muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. Nephron 2001；88：48-56
- 8) Ota S, Takahashi K, Suzuki H, Nishimura S, Makino H, Ota Z, Taniai K, Kaneshige T：Exercise rehabilitation for elderly patients on chronic hemodialysis. Geriatr Nephrol Urol 1996；5：157-165
- 9) 紅露恒男：運動療法の適応と禁忌。腎と透析 1998；44：665-669
- 10) 山崎裕功：治療上の問題点と対策—運動療法とリハビリテーション。腎と透析 1997；42：903-907
- 11) Steinberg FU, Sunwoo I, Roettger RE：Prosthetic rehabilitation of geriatric amputee patients：a follow-up study. Arch Phys Med Rehabil 1985；66：742-745
- 12) 及川道雄、清水聡志、鈴木基裕、長野 昭、大村威夫：透析患者の大腿または下腿切断の治療成績の検討。中部日本整形外科災害外科学会雑誌 2002；45：631-632
- 13) 金 昌雄：糖尿病性腎症透析患者の下肢切断。腎と透析 1994；36：19-23
- 14) 上月正博：透析患者の栄養治療としてのリハビリテーション・運動療法。栄養—評価と治療 2008；25：361-366
- 15) 武居光雄：下肢切断のリハビリテーション。Journal of Clinical Rehabilitation 2010；19：561-567
- 16) 武居光雄 編：腎透析リハビリテーション。Monthly Book Medical Rehabilitation 2011；No. 131