

外来透析患者に対する鳥取式透析中体操の試作と身体的影響

富田健一，石井竜幸，竹内知仁，前田夏季，松島一誠

医療法人清生会谷口病院 リハビリテーション科

要旨：

【目的】今回我々は、透析患者が透析に支障が無い範囲で実施でき、器具は使用せず、また各症例に適した負荷量の調整が容易な鳥取式透析中体操(T式体操)を試作したので、身体的影響を併せ報告する。

【T式体操の内容】自重を利用した下肢・嚙下・呼吸筋の増強訓練と足関節・足趾・手指の巧緻運動、体幹の回旋運動からなる12種類の運動である。最大の特徴は、課題の多くがボルグスケール13と主観的に感じるまで同一肢位を保持させる運動であり、各症例に適した負荷量の調整の簡素化を試みている事である。

【検証】T式体操の施行に同意を得た男性4名、女性5名(年齢 63.1 ± 6.7 歳)を体操群、不同意の男性7名、女性6名(年齢 68.5 ± 12.2 歳)を対照群として、各群の初期評価と6ヶ月後(最終)評価における運動機能(体重支持指数、握力、タンデム立位保持時間、片脚立位保持時間、5m歩行速度)、呼吸機能、嚙下機能を測定し、各評価時における測定値を比較した。

【結果】体操群では対照群と比較し、最終評価時のタンデム立位保持時間、片脚立位保持時間、5m歩行速度で有意に高値を示した。

【結論】T式体操は外来透析患者の立位バランスと歩行能力を向上させる可能性が示唆された。

key words : 透析, 体操, 運動, 腎不全, 腎臓リハビリテーション

I. はじめに

近年、透析患者のサルコペニア・フレイルの予防・進展抑制の観点から、透析患者に対する運動療法の必要性が注目され、透析中に器具を使用した運動や集団体操などを行う取り組みが多数報告^{1) 2) 3) 4)}されている。しかしながら、運動療法の専門家が常駐している透析施設は少なく、透析中に器具を使用した運動を行う場合には、看護師や臨床工学士などが、本業の合間を捻出して器具の設置・撤去また身体状況に合わせた負荷量の設定など、専門外の業務を行う必要がある。また集団体操では個々の身体機能への配慮や負荷量の調整が不可能であることから、透析中の運動を継続可能で有意義な取り組みとするためには、器具は使用せず個々の症例に適した負荷量の調整が容易な方法が必要であると考えられる。

今回我々は、透析患者が透析に支障が無い範囲で実施でき、器具は使用せず、また個々の症例に適した負荷量の調整が容易な鳥取式透析中体操(T式体操)を試作したので身体に及ぼす影響を併せ報告する。

II. 方法

1. T式体操の紹介

1) 体操の内容

T式体操は自重を利用した股関節・膝関節周囲筋の増強訓練と足関節・足趾・手指の巧緻運動、体幹のストレッチ、嚙下筋・呼吸筋の増強訓練からなる12種類の運動課題である(図1)。片側上肢が穿刺中である透析中においても遂行可能な運動群であり、器具を使用しないため患者は好きなタイミングで遂行でき、また従来の透析中の運動において発生していた重錘やゴムなどの装着・脱着やエルゴメーターの設置・撤去などの業務を削減することが可能な方法である。

2) 目標運動強度

腎臓リハビリテーションガイドライン⁵⁾では、透析中の運動における目標運動強度について、有酸素運動の負荷量は自覚的運動強度(rating of perceived exertion: RPE)にて11~13、レジスタンス運動ではRPEにて13~15、1RMの60%~70%、15RMとしており、T式体操では従来のエルゴメーターを使用した有酸素運動の代替運動と自重によるレジスタンス運動が混在すること、また極力患者の理解が得られやすいように、全種目の負荷量を統一する必要があったことから、ガイドラインにおける有酸素運動とレジスタンス運動の推奨負荷量の共通項である「ボルグスケール13」を採用した。



図1 T式体操

本体操には透析中に発症しやすい四肢末端の循環不全、下腿の痙攣、活動量不足の改善を目的とした従来のエルゴメーターによる運動の代替となる種目(②③④⑧⑨)と立位バランス向上、筋力増強を目的とした種目(①⑤⑥⑦⑪)の2種類に大別することが出来る。

3) T式体操の特徴

筋力増強を目的とした種目をボルグスケール13「ややきつい」と主観的に感じるまで同一肢位を保持させる運動(上限30秒)としており、個々の症例の筋力に応じた負荷量の調整を試みている事である(図2)。

2. T式体操が外来透析患者の身体に及ぼす影響の検証

1) 対象

対象は認知症、失語症、疼痛および運動麻痺等がなく、独歩により通院可能な患者であり、定期的な身体機能評価

筋力が弱い症例

筋力が強い症例

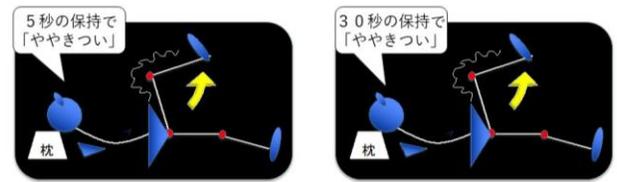


図2 T式体操の特徴

- 運動課題の多くがボルグスケール13「ややきつい」と主観的に感じるまで同一肢位を保持させる運動(上限30秒)であり、個々の症例の筋力に応じた負荷量の調整を試みている。
- 下肢を拳上位で保持する課題の場合、筋力が弱い症例が5秒の保持で「ややきつい」と感じれば、その症例の一回の保持時間は5秒となり、筋力が強い症例が、30秒の保持で「ややきつい」と感じれば、その症例の一回の保持時間は30秒となる。

	体操群(n=9)	対照群(n=13)
年齢	63.1±6.7歳	68.5±12.2歳
性別	男性4名・女性5名	男性7名・女性6名
透析歴	113.3±74.9ヶ月	106.5±78.5ヶ月
透析起因疾患	糖尿病性腎症 2名 慢性糸球体腎炎 2名 ネフローゼ症候群 1名 多発性嚢胞腎 2名 慢性腎不全 1名 フォンヒッペル リンドウ病 1名	糖尿病性腎症 3名 慢性糸球体腎炎 3名 腎硬化症 2名 IgA腎症 2名 多発性嚢胞腎 1名 慢性腎不全 1名 不明 1名

図3 対象の特性

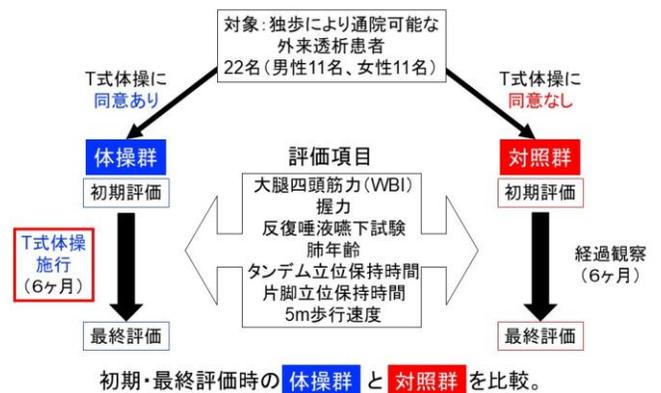


図4 研究の手順

に参加する22名とした。対象のうち、透析中にT式体操を施行することに同意を得た男性4名、女性5名の計9名(年齢63.1±6.7歳)を体操群、同意の得られなかった男性7名、女性6名の計13名(年齢68.5±12.2歳)を対照群とした。対象の特性を以下に示す(図3)。研究を実施するにあたり、事前に医療法人清生会谷口病院研究倫理委員会にて承認を得た後、本研究の主旨と本研究によって得られた個人情報管理について十分に説明するとともに、本人の意思でいかなる時でも本研究より辞退できる旨について説明を行い、書面にて同意を得た上で実施した。

2) 研究の手順

研究の手順を図4に示す。体操群では、初期評価から最終評価までの6ヶ月間、毎透析時に全身状態・生命兆候を確認し、運動療法の禁忌および運動負荷試験の中止基準⁶⁾に該当しないことを確認した上で、対象に体操実施の意思を確認し、同意を得られた際にT式体操を施行した。また対照群では6ヶ月間経過観察とした。評価項目は運動機能

として大腿四頭筋力、握力、タンデム立位保持時間（タンデム立位）、開眼片脚立位保持時間（片脚立位）、5m歩行速度を、呼吸機能として肺年齢を、嚥下機能として反復唾液嚥下試験を評価することとし、初期・最終評価時の体操群と対照群を比較した。

3) 運動機能の評価

(1) 大腿四頭筋力の評価

Daniel の徒手筋力検査法に則り⁷⁾、対象の膝関節を伸展させ、等尺性最大随意性収縮をさせた際の検者の徒手抵抗部分にかかる圧力を、NihonMEDIX 社製 ergo FET を用いて両下肢計測し、最大値を記録した。記録された値から体重 (kg) を除することで体重支持指数 (Weight Bearing Index : 以下 WBI) を算出し評価した。

(2) 握力の評価

竹井機器工業株式会社製デジタル握力計グリップ D を使用し、グリップの握る位置を人差し指の近位指節間関節が直角となるよう調節した後、立位にて左右1回ずつ計測し最大値を評価した。

(3) タンデム立位の評価

検者が対象の両手を把持した状態で、対象に両足部を前後に一直線上に並べ、一方の踵ともう一方の爪先が接触する形で立位保持を取らせた後、検者が対象の両手を離れた時点で計測を開始。一直線上に並べた足部の保持が不可能となった時点までの時間を評価した（計測時間は最大 30 秒）。

(4) 片脚立位の評価

両手を腰にあて、上げた足が接地するまでの時間を両下肢2回ずつ計測し、最大値を評価した。

(5) 5m歩行速度の評価

測定区間を5m、前後3mの予備路を設定し、最大歩行速度で歩行した時間を2回計測し最速値を評価した。

4) 呼吸機能の評価

呼吸機能は膝関節屈曲 90°、足底を全面接地した安楽端坐位を計測肢位として、努力性吸気後の6秒間の努力性呼気を Vitalograph 社製ハイチェッカーを用いて測定し、肺年齢⁸⁾ を評価した。

5) 嚥下機能の評価

嚥下機能は、反復唾液嚥下テスト (Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST)^{9) 10)} により評価した。RSST は検者が対象の甲状軟骨を触知した状態で、30 秒間なるべく多くの空嚥下を行うよう指示し、その回数を評価した。

6) 統計処理

統計処理は統計処理ソフト SPSS ver11. 0 J for Windows を使用し、Wilcoxon の符合付順位和検定を用いて、各群の初期および最終評価における測定値を比較すると共に、Mann-Whitney's U test を用いて、各評価時の群間比較を行った。有意水準は5%とした。

III. 結果

体操群の6ヶ月 (24 週) の平均実施回数は、65.2±10.2

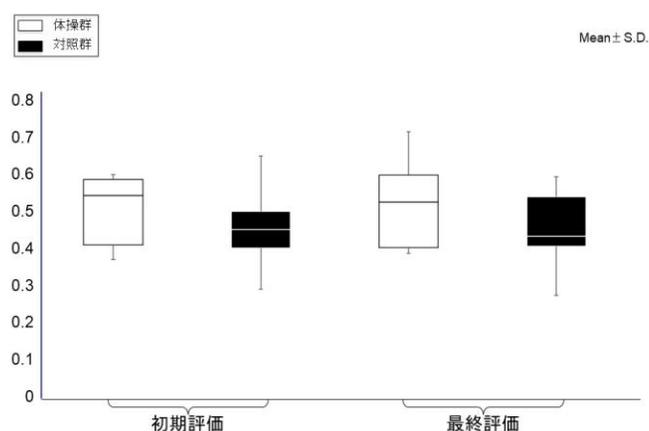


図5 WBI

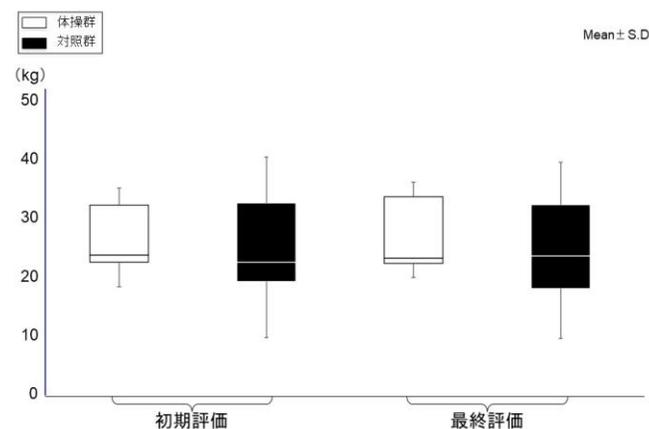


図6 握力

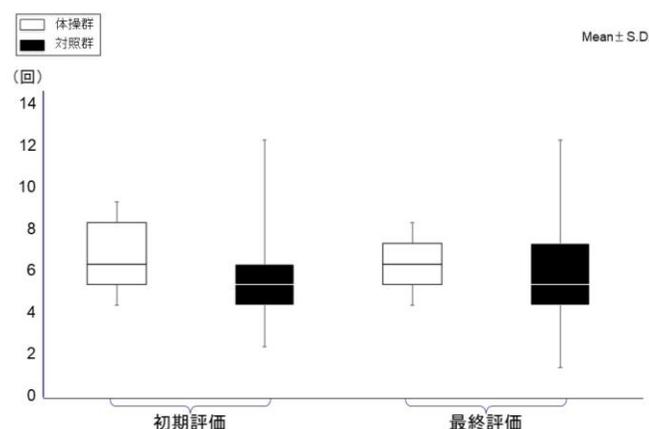


図7 RSST

回 (最低 42 回, 最高 76 回), 週平均 2.7 回であり実施率は 90.6%であった。脱落者は0人であり、透析への障害・体調の急変など危険事象は認めなかった。

各評価項目の結果より WBI では初期評価時の体操群で 0.5(0.4-0.6), 対照群では 0.4(0.4-0.5), 最終評価時では体操群 0.5(0.4-0.6), 対照群 0.4(0.4-0.5)であった (図5)。握力では初期評価時の体操群で 23.0(21.7-31.7)kg, 対照群では 21.7(18.3-32.1)kg, 最終評価時では体操群 22.4(21.5-33.2)kg, 対照群 22.8(17.1-31.8)kg であった (図6)。RSST では初期評価時の体操群で 6.0(5.0-8.0)/30sec, 対照群では 5.0(4.0-6.0)/30sec, 最終評価時では体操群 6.0(5.0-7.0)/30sec, 対照群 5.0(4.0-7.0)/30sec であった (図7)。肺年齢では初期評価時の体操群で 71.0(63.0-81.0)歳,

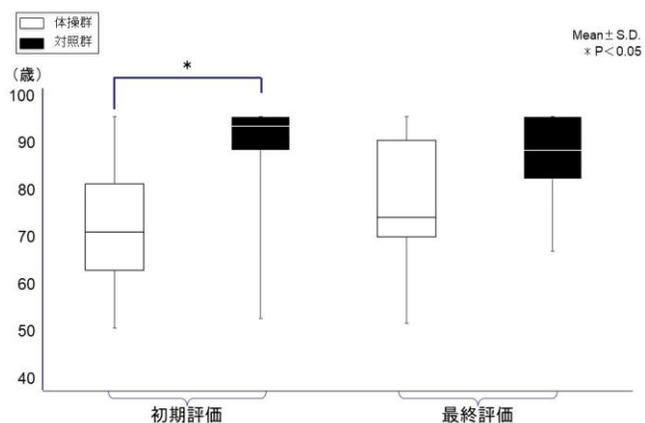


図 8 肺年齢

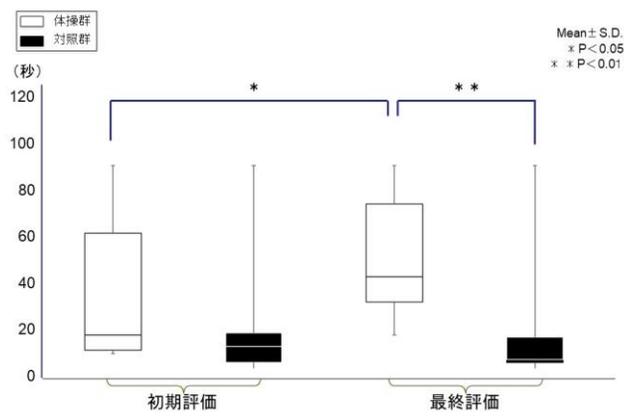


図 10 片脚立位

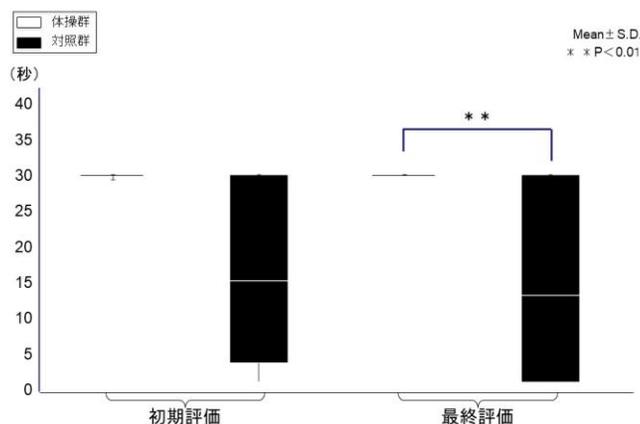


図 9 タンデム立位

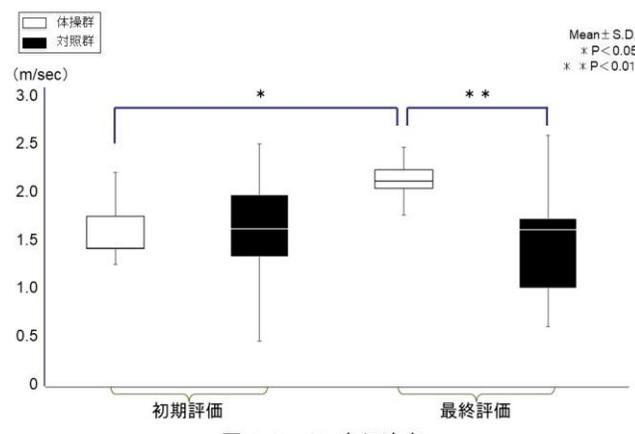


図 11 5m歩行速度

対照群では 93.0(88.0-95.0) 歳，最終評価時では体操群 74.0(70.0-90.0) 歳，対照群 88.0(82.0-95.0) 歳であった (図 8)．タンデム立位では初期評価時の体操群で 30.0(30.0-30.0) 秒，対照群では 14.7(2.8-30.0) 秒，最終評価時では体操群 30.0(30.0-30.0) 秒，対照群 12.6(0.0-30.0) 秒であった (図 9)．片脚立位では初期評価時の体操群で 15.0(8.3-60.0) 秒，対照群では 9.9(2.9-15.9) 秒，最終評価時では体操群 40.8(29.6-73.0) 秒，対照群 4.2(2.9-14.0) 秒であった (図 10)．5m 歩行速度では初期評価時の体操群で 1.4(1.4-1.7) m/sec，対照群では 1.6(1.3-2.0) m/sec，最終評価時では体操群 2.1(2.0-2.2) m/sec，対照群 1.6(1.0-1.7) m/sec であった (図 11)．体操群では，初期評価と比較し最終評価の片脚立位と 5m 歩行速度で有意な増加 ($P < 0.05$) を認めた．また最終評価時のタンデム立位，片脚立位，5m 歩行速度では，対照群と比較し体操群では有意に高値 ($P < 0.05$) を示した．その他の項目に有意差は認めなかった．

IV. 考察

透析導入を契機に患者の生活は一変し，総じて透析を中心とした生活様式を強いられる．しかし透析導入後の生活は症例ごとに変容し，非透析時間を有意義に生き生きと過ごしている方も居られれば，日常の用事が透析のみである方，身体能力が漸減し，施設と透析機関の行き来のみの時間が刻々と流れている方も居られる．腎不全患者は早期老化モデル¹¹⁾とされており，一般高齢者と比

較し身体機能の継時的な低下は速く，フレイルを合併しやすい¹²⁾状態であることは否めない．しかしながら透析により授かった命の活かし方に戸惑う症例を目の当たりにすると，このような状態となる前に，何か手立ては無かったのかと感ずることがある．一方，令和 2 年における我が国の総医療費は 42 兆円を超え，透析医療はその 4% を占めている¹³⁾．医療財政が逼迫する本邦において，例え透析患者のサルコペニア・フレイルの予防・進展抑制の観点から，透析患者に対する運動療法の必要性が認められても，その治療を医療従事者の関わりや高額な器具を闇雲に『足す』形で実現するのではなく，『引く』方法で模索することが，患者の病識や医療費削減のために重要である．つまり患者本人にも患者の役割として自助努力を行う義務がある事を伝え，その努力する手段の確立を模索する必要があると考える．以上のことから本研究では，T 式体操を試作し，自重による多様な非監視型の体操を定期透析中に行うことで，透析患者の身体にどこまで効能をもたらすことが出来るかを検証した．

1. 実施期間 (6ヶ月) 中の体操参加率と危険事象の有無について

本研究における T 式体操の実施率は 90.6% であり，脱落者は 0 人であった．本研究において高い参加率を確保できた要因は，元来より運動に対する意識が高い対象群であったこと，また毎透析時に透析スタッフが対象に体操実施の意思を確認し，同意を確認するために声をかけ体操の実施を促していたことが考えられた．また，6ヶ

月間の T 式体操の施行において危険事象は発生しなかった。その理由は、①透析中の基本肢位である背臥位のまま実施可能②透析肢の参加が無い③呼吸を止めることなくボルグスケール13以下を基本とする低負荷の課題であることが考えられた。

2. 立位バランスと歩行能力の向上について

最終評価時のタンデム立位、片脚立位、5m 歩行速度では、対照群と比較し体操群では有意に高値を示し、体操群では立位バランス・歩行能力の向上を認めた。その理由は、タンデム立位および片脚立位能力が向上していたことから、股関節および足関節戦略による姿勢調節能力が、T 式体操における股関節・膝関節の持続的な調節と足部への注意と巧緻性が求められる運動課題により向上し、立位バランスと相関関係¹⁴⁾にある歩行能力の向上につながったと考えられた。透析患者は骨粗鬆症や糖尿病などの原疾患により転倒率が高く、特に大腿骨頸部骨折は一般住民と比較し男性で6.2倍、女性で4.9倍受傷しやすいとの報告¹⁵⁾もあることから、本体操による立位バランスと歩行能力の向上は、透析患者の転倒・骨折予防に有効であると考えられた。

3. 筋力増強を認めなかった理由について

本体操では患者への理解を容易にするため、その負荷量を RPE であるボルグスケール13「ややきつい」に統一した。しかしながら RPE と筋張力、筋疲労との関係性を調査した先行研究では、筋力増強訓練の負荷量にボルグスケールを活用することは、個人差が大きく不向きである¹⁶⁾、「ややきつい」では筋疲労は起こらず、筋疲労には「きつい」までの負荷が必要である¹⁷⁾と報告されており、本体操において筋力増強を認めなかった理由は、負荷量に一貫性がないこと、保持時間の不足もしくは自重運動の限界により、過負荷の原則に則ることができていなかったことが考えられた。腎臓リハビリテーションガイドライン⁵⁾によると「透析患者に対する運動療法は、運動耐用能、歩行機能、身体的 QOL の改善効果が示唆されるため、行うことを推奨する」とする一方で、筋力、筋肉量、アルブミンについてはいずれも改善傾向であったが統計学的な有意差は認めなかったとしている。このことは透析患者に筋力増強訓練を実施しても、腎臓病患者特有の身体状況（低栄養、食事療法、透析液へのアルブミン流出、慢性炎症など）によって筋力増強が不可能である場合が多いことを示しており、透析中の体操に何をどこまで求めるのか、その目的に筋力増強を加えることが適切であるかについての検討が必要であると考えられた。

4. 透析中に運動を行う意味

透析中は体位に限りがあるため、必然的に行える運動も限られる。運動による効能を真に求めるのであれば、非透析時間に種々の運動を開放的に行う方が効率的であり、その分、透析中はゆっくり過ごせば良いと考える。

種々の運動が行いにくい透析中にあえて運動を行うのであれば、透析中の運動でしか得られない効果の明確化が必要である。腎不全透析患者における運動療法の効果を調査した先行研究^{18) 19) 20)}では、最大酸素摂取量の増加、左心室収縮能の亢進、MIA（低栄養・炎症・動脈硬化複合）症候群の改善、ADL・QOLの改善、貧血、睡眠の質、不安・うつ、透析効率の改善、低血圧の改善などが報告されている。この内、睡眠の質、不安・うつ、透析効率、低血圧の改善の他、臨床上、透析後半の下肢の痙攣や透析中に同一肢位を強いられる弊害として発症する疼痛の回避などが、透析中にあえて運動を行う意味ではないかと考える。この上記項目を目的として運動を施行するのであれば、透析中の運動療法として普及している器具を使用した負荷や、エルゴメーターによる規則的な連続運動に固執する必要はない。つまり心肺機能と末梢循環を適度に活性化させるために必要な、運動の継続時間と大関節から指先までの運動さえ確保できれば、運動の種類はどの様なものでもよく、その運動に転倒や腰痛などの各種運動器疾患の予防に寄与する内容を効率よく取り入れることが、透析時間を少しでも有意義なものとし、非透析時間の充実を支援することに繋がるのではないかと考える。今回試作した T 式体操は、転倒予防に有効であり、透析中を有意義な時間とする一端を担うことが可能であると考えられた。

5. 研究の限界

本研究の対象の共通項は「通院の自立した外来透析患者」としており、各対象の透析導入起因疾患、栄養状態、筋力、日常生活活動動作能力、就労状態などは多岐に渡るため、運動課題が共通であっても身体への影響は規則的とはなり難い可能性が考えられた。また、本研究で採用した運動課題の多くが、持久性が求められる種目であるにも関わらず、運動耐用能の評価を実施しておらず、その影響については今後の課題としたい。

V. 結語

透析患者が透析に支障が無い範囲で実施でき、器具は使用せず、また各症例に適した負荷量の調整が容易な T 式体操を試作し、身体的影響を検証した。その結果、T 式体操は外来透析患者の立位バランスと歩行能力を改善させる可能性があり、透析患者の転倒予防に有用であると考えられた。数年前まで禁忌であった腎不全患者に対する運動療法は、昨今急速に推奨されるべき治療法へと変貌した。今後は透析中の運動療法が一時的な流行ではなく、どの患者にも行うべき有意義な治療法であるかについて検証を重ねていきたい。

【参考・引用文献】

- 1) 大山恵子, 大山博司, 高木宜史他:透析中の低強度レジスタンストレーニング継続による透析患者の骨格筋量と運動能力の変化. 総合リハビリテーション, 45 (12):1237-1241, 2017.

- 2) 島本英樹, 鈴木純恵, 飛田伊都子:透析患者に対するラバーチューブを用いた床上トレーニングの効果. デサントスポーツ科学, 31:192-199, 2010.
- 3) 鶴見知己, 田村由馬, 田宮創他:当センターにおける透析中の理学療法. 理学療法とちぎ, 7(1):67-70, 2017.
- 4) <https://www.tsubasaclinic.jp/undou.html> (令和3年8月31日引用)
- 5) 日本腎臓リハビリテーション学会:腎臓リハビリテーションガイドライン, 南江堂, 東京, pp38-71, 2018.
- 6) 日本循環器学会. 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン
https://www.j-circ.or.jp/old/guideline/pdf/JCS2012_nohara_h.pdf (令和3年8月31日引用)
- 7) 津山直一, 中村耕三:新・徒手筋力検査法 第8版, 協同医書出版社, 東京, pp224-227, 2008.
- 8) 相澤久道, 工藤翔二:「肺年齢」を用いた COPD 啓発について. Prog Med, 27:2418-2423, 2007.
- 9) 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康ら:機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(The Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST) の検討 (1) 正常値の検討. リハビリテーション医学, 37(6):375-382, 2000.
- 10) 小口和代, 才藤栄一, 馬場尊ら:機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(The Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST) の検討 (2) 妥当性の検討. リハビリテーション医学, 37(6):383-388, 2000.
- 11) 沖田孝一, 高田真吾, 森田憲輝ら:高齢化社会における慢性腎臓病の弊害と運動療法の潜在的効果. 北方圏学術情報センター年報, 10:41-45. 2018.
- 12) 加藤明彦:透析患者におけるサルコペニア・フレイルの現状と対策. 日本フットケア学会雑誌, 16(3):121-124. 2018.
- 13) 厚生労働省令和2年度医療費の動向
<https://www.mhlw.go.jp/topics/medias/year/20/index.html> (令和3年8月31日引用)
- 14) 猪飼哲夫, 辰濃尚, 宮野佐年:歩行能力とバランス機能の関係. リハビリテーション医学, 43:828-833, 2006.
- 15) Wakasugi M, Kazama JJ, Taniguchi M et al :Increased risk of hip fracture among Japanese hemodialysis patients. J Bone Miner Metab, 31(3):315-321, 2013.
- 16) 牧之瀬一博, 岩田篤, 宮川知子ら:20 ポイント Borg scale による主観的努力度と相対的筋張力の関係. 理学療法学 Suppl2007, (0):A1034, 2008.
- 17) 興石 哲也:反復運動によって起こる疲労感と筋疲労の関係性について-Borg Scale を指標に用いて-. 理学療法学 Suppl2012, (39):Ab1330, 2012.
- 18) 上月正博:腎臓リハビリテーション現況と将来展望. リハビリテーション医学, 43:105-109, 2006.
- 19) 山家敏彦, 張光哲, 赤池真他:慢性血液透析患者に対する運動療法の効果-血液透析中の血圧低下と自覚症状に対する検討. 日本腎臓学会誌 XXVI, (4):399-406, 1984.
- 20) 石倉 英樹, 落合秀俊, 山口朗央ら:血液透析中の運動療法介入が透析後の起立性低血圧に与える影響. 理学療法学, 30(6):909-911, 2015.