

5ZM-01

下肢手術者を対象とした下肢自動運動管理システムの開発

金子 知広† 眞坂 美江子†

帝京大学 理工学部 情報電子工学科

1. 研究の背景

下肢手術患者は、多くの時間ベッド上で生活することになり、筋力が低下する。特に高齢者の下肢筋力の低下は、日常生活の低下をきたし、症状が進行すると支援や介護が必要となりうる。また、床上での生活は、深部静脈血栓症(エコノミー症候群)を発症するリスクも高まると言われている。高齢者は、深部静脈血栓症のリスク因子の一つとなっており、早期離床、早期歩行は、深部静脈血栓症予防のためにも有効といわれている。多くの下肢手術患者は深部静脈血栓症の予防および早期離床のために病室内で自主的に下肢運動を行っている。しかし、患者の自主性に任せた運動では、不十分であることが指摘されている^[1]。

2. 研究の目的

本研究の目的は、患者が病室内においてリハビリ指導者のサポートが無くても、一人で効果的な下肢運動ができる支援システムを構築することである。下肢手術患者が病室内で行っている下肢運動は複数存在するが、本研究は、足関節運動に着目してシステムを構築する。

3. システム検討

当研究室では、2019年に下肢手術で入院中の患者に足関節運動実施状況に対するアンケート調査を実施している。調査の結果、患者の下肢運動が不十分な原因として以下の2点があげられた^[2]。

- ① 下肢運動が正確に行えていない可能性
- ② 運動回数が不足している可能性

①については、足関節運動の効果は、底背屈の角度や速度により異なることが報告されている^[3]。そこで、タブレットを用いた足関節底背屈運動支援システムを利用することにより正しい方法でリハビリテーションを一人で行えるようにする。

②の運動回数の不足については、情報システムにアラート機能を持たせ、定期的な運動を促すほか、管理サーバで運動データを蓄積することで、医療従事者

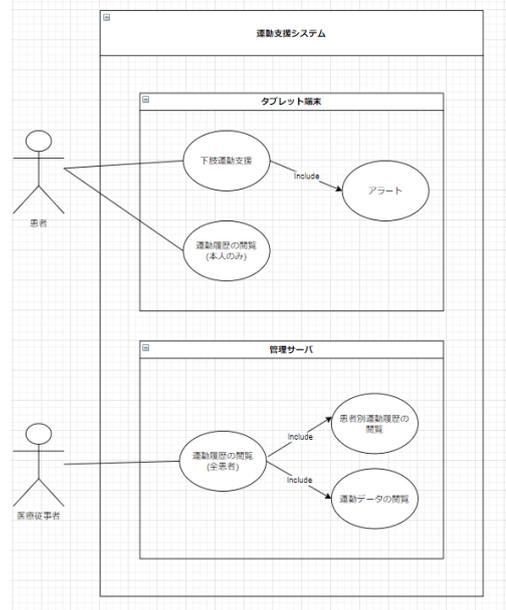


図1 システムのユースケース図

が各患者の運動状況を一括してモニタリングできるようにする。

本システムのユースケース図を図1に示す。本システムの主なアクターは、患者と医療従事者である。患者は、タブレット端末により下肢運動の支援機能を使用することができる。また、端末から本人の運動履歴の閲覧を可能とする。

医療従事者は、管理サーバにおいて本支援システムを利用している患者全員の運動履歴の閲覧を可能とする。

3.1. システム概要

図2に本研究で構築する下肢自動運動管理システムの構成を示す。患者は、一人1台タブレット端末を保有しており、病院内においてタブレット端末を用いて足関節運動を行う。患者のつま先部分には、センサが装着されており、足関節運動を行うと、センサがつま先の底背屈角度情報を収集し、その情報がタブレット端末に送信される。タブレット端末からは、音楽が流れており、音楽に合わせて底背屈の適切なタイミングを患者に知らせると共に、センサから収集した角度情報を可視化して、患者の適切な角度での足関節底背屈運動をサポートする。運動が終了すると、運動データが管理サーバ内のFTPサーバに送信される。

Development of an automated lower limb exercise management system for lower limb surgeons

† Chihiro Kaneko Mieko Masaka

Graduate School of Science & Engineering, Teikyo University

3.2. システム要件

本システムは病院内での運用を想定し、以下の要件に配慮して実装する。

- ①タブレットは、同時期に複数台運用することを想定する。
- ②情報保護のため、収集された情報の閲覧は、管理サーバ上でのみ閲覧可能とする。またタブレットから送信するデータには個人情報には載せず、端末番号のみを送り、端末利用者の情報管理は、管理サーバ内でクローズする。
- ③管理サーバでは、各端末の稼働状況と患者ごとの運動履歴が閲覧できるようにする。

3.3. 管理サーバの画面設計

同時に複数のタブレット端末を運用するため、トップ画面では稼働中の全端末の情報を表示できるようにする。図3が、管理サーバのトップ画面イメージである。管理サーバは、FTPサーバ内を定期的にチェックし、画面上にデータの送受信状況を時系列に表示する。画面上に時系列で表示された表内の特定の行を選択すると選択された患者がその日に実施した足関節底背屈運動の内容がすべての時間分の情報が表示される。既往研究によると、足関節底背屈運動は、2時間に一度、底背屈角度差20度での実施が最も効果があると言われている。そこで表の下部には、角度超過運動回数、適切角度運動回数、角度不足運動回数の棒グラフを表示することにより、患者のその日の運動実施時刻（2時間ごとの運動ができていないか。）運動状況（正しい運動ができていないか。）を医療従事者が瞬時に把握できるようにする。必要に応じて、画面の実行時間を選択すると、その時実行した足関節運動の底背屈角度が時間系列で表示される。これにより、患者が正しい運動を実施できているかどうかを詳細に確認することができる。

4. 改善と課題

足関節運動は、2時間に1回程度実施する必要があることから、開発したシステムは、2時間ごとの運動実施状況が棒グラフとして表示されるようにした。しかし、分単位での実施状況が表示されないため、大きく区分された情報しか取得することができない。また、運動のタイミングによって、同じ位置に複数の棒グラフが表示されてしまうことが明らかとなった。今後表示形式を変更し、細かく運動実施状況を確認できるように改善していく。

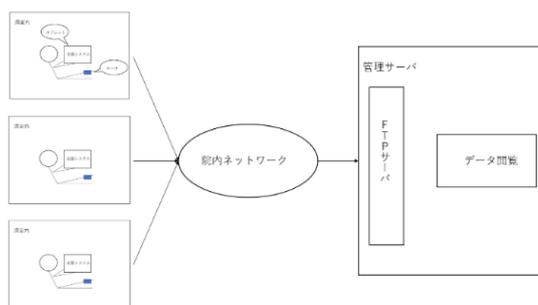


図2 システムの模式図

利用者	実行時間	開始時間	終了時間	運動内容
人さん	20210908	1200	1210	足関節運動
人さん	20210908	1300	1210	足関節運動
人さん	20210908	1300	1310	膝伸張運動
人さん	20210907	1200	1210	足関節運動
人さん	20210712	1000	1010	膝伸張運動
人さん	20210315	0930	0940	下肢伸張上運動

図3 トップ画面のイメージ

5. 終わりに

本研究では、患者が病室内で行う足関節底背屈自動運動を対象として、医療従事者が各患者のリハビリテーションの状況を逐次確認でき、かつ、患者が効果的な運動を一人で行える下肢運動管理システムを検討した。

患者がセンサをつま先に装着して運動を行うことで、タブレット端末によるリアルタイムの運動支援を実現した。さらに、取得した情報を管理サーバに送信することで、これまで把握できなかった、患者が病室内で自主的に行っている下肢運動を医療従事者が、簡便に把握できるシステムを実現した。

今後は、底背屈運動以外の下肢運動に対しても同様にデータの管理ができるよう開発を行う予定である。

6. 参考文献

- [1]Kakkos SK, Caprini JA, Geroulakos G, Nicolaidis AN, Stansby G, Reddy DJ : Combined intermittent pneumatic legcompression and pharmacological prophylaxis for prevention of venous thromboembolism in high-risk patients , 2011
- [2] 眞坂 美江子, 石井 桂輔: 下肢手術患者の足関節運動実態調査と支援システム提案、信学技報, vol. 120, no. 215, MBE2020-12, pp. 1-4, 2020.
- [3] 森明子, 国安勝司, 藤田大輔, 渡邊進: 足関節底背屈運動が腓腹筋の血行動態に及ぼす影響について、川崎医療福祉学会誌, Vol15, No. 1 , pp. 163-167, 2008