

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13573 号
------	---------------

氏 名 山田 南欧美

### 論文題目

足部徒手ストレッチング手技の分析と自動ストレッチング機器の開発および効果検証

(Analysis of manual foot stretching technique and development and clinical evaluation of automated foot stretching machines)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	山田 陽滋
委員	名古屋大学	准教授	岡本 正吾
委員	名古屋大学	教授	長谷川 泰久
委員	名古屋大学	准教授	水野 貴正

## 論文審査の結果の要旨

山田南欧美君提出の論文「足部徒手ストレッチング手技の分析と自動ストレッチング機器の開発および効果検証」は、療法士の徒手ストレッチング手技に近い動きを行う足部自動ストレッチング機器を開発し、その効果を検証することを目的としている。リハビリテーションの現場で頻回に行われる足部背屈ストレッチングは、退院後にも継続して実施することが望ましい。在宅で利用できる足部自動ストレッチング機器があれば、療法士がいなくても継続的に足部ストレッチングを行うことが可能になる。さらに、そのストレッチング機器が療法士が行う徒手ストレッチング手技に近い機能を有していれば、高い治療効果を期待できる。よって本研究では、臨床で行われる足部徒手ストレッチング手技を統計的に分析し、その結果をもとに、足部自動ストレッチング機器を開発した。

以下に本論文の概要を示す。

第1章では、本研究の目的である足部自動ストレッチング機器の開発の必要性を示すため、臨床現場で実際に行われる足部自動ストレッチングの具体例やその問題点を提示し、本研究の社会的背景を述べている。足部は移動能力を維持するために重要な役割を担っており、臨床では療法士の徒手による足部背屈ストレッチングが頻回に実施される。足部徒手ストレッチング手技は、一定の効果が期待されるものの、感覚的・経験的に養われるものであり、その詳細を分析した研究は存在しない。そこで本研究では、臨床における療法士の徒手ストレッチング手技を分析し、その技術を反映した足部ストレッチング機器の開発に取り組むこととした。1章の後半にて、これを達成するための本研究の課題を示している。

第2章では、理学療法士の足部徒手ストレッチング手技を分析した内容をまとめている。足部徒手ストレッチング手技は、多部位で足部に触れ、多方向へ力を加えるものであり、その定義が難しい。本研究では、足部姿勢と、ストレッチング中に療法士が前足部と踵部に加える力を用いて、ストレッチング手技を定義した。そしてこれらの指標を計測する実験装置を作製・構築し、理学療法士が脳卒中後遺症者に対して実施する足部徒手ストレッチング手技を分析した。分析には主動作分析を適用した。その結果、全体に共通する手技の特徴として、足部を背屈方向に制動する手技が抽出された。また、各療法士が症状に応じて調整する手技として、踵部を押し引きする手技、足部全体を三次元的に制動する手技、前足部を内外反する手技が抽出された。その結果を受けて、全体に共通する手技の特徴を自動ストレッチング機器の主要機構とし、療法士が個別に調整している手技の特徴を補助的機構として搭載することで、療法士のストレッチング手技に近い自動ストレッチングを行う足部自動ストレッチング機器を開発できる可能性について述べている。

第3章では、2章の療法士の手技分析から得られた手技のうち、全体に共通する手技であった足部背屈制動を主とする足部自動ストレッチング機器の開発に取り組んだ内容を述べている。在宅での利用を可能にするため、すでに市販されている足部底背屈運動器を改造して、足部自動ストレッチング機器を作製した。この機器を用い、健常高齢者12名(73.2±3.8歳)を対象に、効果検証実験を行った。同時に、在宅でのストレッチングとして主流なセルフストレッチングの効果も評価し比較した。その結果、自動ストレッチング機器による足部ストレッチングで、最大背屈角度は有意に向上し、筋よりも腱の方が伸張される可能性が高いことが示された。また、自動ストレッチングには、セルフストレッチングと同等以上のストレッチング効果があることを示すことができた。加えて、頸髄損傷を既往にもつ68歳の女性1名を対象に、足部自動ストレッチング機器を4週間継続して使用した場合の効果を確認し、足関節最大背屈角度およびバランス能力の向上を確認した。

第4章では、2章で得られた足部全体を三次元的に制動する手技や前足部を内外反する手技に着目し、足部を三次元的に制動するストレッチング機器を作製し、その動作確認を行った。空気を遮断するだけで安静肢位に容易に戻ることができる空気圧駆動を選択し、2本のワイヤで足底板を制御して足部を三次元的に制動する機構を考案した。これを搭載した試作機を作製し、健常者1名(30歳)を対象に動作確認を行ったところ、十分な背屈が得られなかった。踵部を固定していなかったこと、およびワイヤ引張方向が機器稼働中に変化してしまったことが原因と考え、試作機を改良した。改良後の試作機を用い、再度、健常者1名(22歳)を対象に動作確認を行ったところ、足部を外反しながら十分背屈することが可能となり、本機器によって足部を三次元的に制動できることを確認できた。

第5章では、結論として、本研究のまとめならびに今後の展望を示している。これまで、足部徒手ストレッチング手技を分析したうえでその自動化を目指した研究事例は存在しない。臨床で行われる足部徒手ストレッチング手技を統計的に分析し、その結果をもとに足部自動ストレッチング機器を開発することは、より効果の高いリハビリテーション機器を開発するために、大変意義がある。本研究では、足部徒手ストレッチング手技を分析し、その結果をもとに機構の開発に取り組んできた。その結果、足部背屈ストレッチングおよび足部三次元制動を達成するストレッチング機器の開発に成功した。ただ、開発した機器と分析で得られた徒手ストレッチング手技との整合性については、まだ確認できていない。本研究で開発した足部ストレッチング機器によるストレッチングが、療法士の徒手ストレッチング手技にどれだけ近い動きを達成できているかを明らかにすることは、本研究の成果を客観的に証明するために必要不可欠である。本研究で開発した機器について、必要な改良をさらに重ねながら、ストレッチング手技との整合性を今後検証していく。

以上のように本論文では、療法士の徒手ストレッチング手技に近い動きを行う足部自動ストレッチング機器を開発し、その効果を検証する方法について明らかにしている。これらの評価方法並びに得られた結果は、今後の臨床的なりハビリテーションを自動化する機器の開発に重要な知見を有しており、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である山田南欧美君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。