

圧迫圧調整式包帯巻き具の開発

Development of Bandage Wrapping Devices with Adjustable Compressive Pressure

吉田 裕亮・新見 浩司

Yusuke Yoshida, Koji Niimi

機械素材研究所 機械・計測制御担当

医療機関のみならず一般家庭において様々な状況で包帯を巻く場面があるが、いずれの場合も圧迫圧が高すぎると血流を阻害し発赤やしびれなどの合併症を生じる可能性がある。そこで、包帯を巻く個人の技量に関わらず適切な圧迫圧で包帯を巻くことが出来る器具を開発し、包帯処置の定量的な評価と安全性の確保を実現した。

1. はじめに

医療機関において、様々な状況で包帯を巻く場面がある。その目的は、創傷の保護や、ずれやすい被覆材の保持、点滴やシーネなどの支持、止血や浮腫のコントロール、下肢静脈瘤、リンパ浮腫などの際の圧迫、骨折、脱臼、捻挫をした際の固定と安静、全身麻酔手術の際の深部静脈血栓予防など多岐にわたる。また、一般家庭において包帯のまき直しを行い、使用を継続することが必要な場合もある。

このように、包帯の使用は医療機関のみならず一般家庭においても必要であり、いずれの場合も圧迫圧が高すぎると血流を阻害し発赤やしびれなどの合併症を生じる可能性がある。

鳥取大学医学部附属病院が看護師60人を対象に行った調査では、45%の看護師が「患者の使用部位に過度な圧力が加わり発赤や褥瘡を生じたことがある」と回答し、78%の看護師が「適切な圧迫圧で巻けているか不安」との結果が得られた。この様な状況にあるにも関わらず、現在、適切な圧迫圧で巻くことが出来ているかを確認する方法がなく、実施者の感覚のみに頼らざるを得ない。これらを解決するための市販製品も販売されている。その一つである弾性ストッキング¹⁾は商品ごとにサイズが限定されており、「適正サイズがない」、「変形や高度浮腫がある」

などの場合、弾性ストッキングは使えず弾性包帯を使用する必要があるなど弾性ストッキングは万能ではない。また、弾性包帯に三角形のマークが付けられており、そのマークの変形量を見ながら張力を調整できるとした弾性包帯²⁾も販売されているが、マークの変形状態が大きさだけでなく歪み方向が異なるなど、同じように変形させながら引っ張ることが難しいことや、上肢や下肢に巻く際に裏側にマークが来た時には確認することも困難などの課題がある。

そこで、本研究では、この問題を解決し合併症を回避できる安全かつ確実な包帯処置を実施可能な器具を開発するため、既存の弾性包帯を用いて摩擦力によって一定の張力にて引き出すことで圧迫圧を一定に調整できる機構を有した試作機の開発を行った。また、鳥取大学医学部附属病院ニーズにより目標とする圧迫圧は、褥瘡が発生するといわれる 30mmHg よりも小さな値とするため、10mmHg、15mmHg、20mmHg とした。

2. 実験方法

2.1 張力調整機構の開発

包帯に対し摩擦力を発生させる機構として、図1に示す圧子を用いた構造を考案した。この機構では、ケース内に収納した包帯を圧子とケース内壁の間か

ら取り出し、圧子と内壁の距離を調整することで摩擦力を調整し、張力を変更することが可能となる。

また、圧子と内壁の距離を変更する機構として、図2 示すダイヤル式の回転機構を用いて圧子を回転させる機構を考案した。圧子の回転に対し、所定の距離を保つために平面部を3 か所設定した。

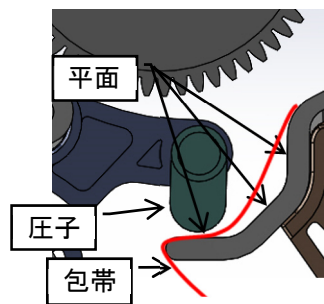


図1 張力調整機構

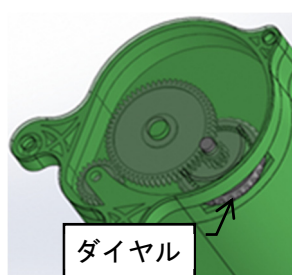


図2 圧子回転機構

2.2 圧迫圧の安定化機構の開発

張力が一定に調整された包帯を患部に巻き付ける際に術者が力を加えてしまうと圧迫圧を安定させることができない。そこで、図3 に示すローラを用いて包帯を患部に押し当てる機構を考案した。また、患部に沿ってローラが変形可能とするため、図4 に示すようにローラ内の芯材を分割した。また、巻き付ける際に器具が患部の裏側に周った際の受け渡しを容易にするための突起も設けた。

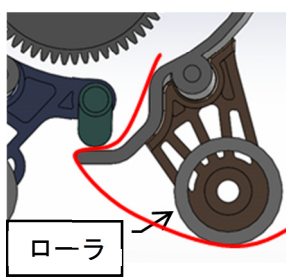


図3 ローラ機構

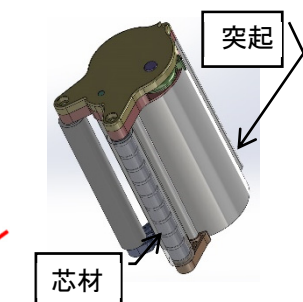


図4 ローラ内の芯材と突起

2.3 試作機の製作

試作には、造形精度が高くサポート材の除去が容易で造形後の変形が少ないインクジェット式3Dプリンター（キーエンス製AGILISTA3200）と摩擦・摩擦や耐衝撃性の強い樹脂で造形可能な光造形機（formlabs製Form2）を用い、それぞれの特徴を生かして造形を行った。それぞれの主な仕様を表1に示す。

完成した試作機を図5に示す。

表1 造形機的主要仕様

	AGILISTA3200	Form2
XY 解像度	635×400dpi	非公開
Z 解像度	20 μ m	25 μ m
造形サイズ	297×210×200mm	145×145×175mm
モデル材	アクリル	エポキシ
サポート材	水溶性	ブレイクアウェイ
適用部品	ケース等の大型部品	ギヤ部品等の機械部品

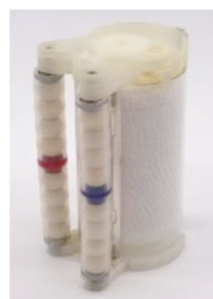


図5 完成した試作機

2.3 圧迫圧評価方法

鳥取大学医学部附属病院看護部に協力いただき、上肢に包帯を実際に巻いていただいた。まず初めに現状を把握するため、図6 に示すように普段通り包帯巻き具は用いずに包帯のみで20mmHgとなるように巻いていただいた。また、同様に試作機を用いた実験もダイヤル調整で20mmHg に設定し、図7 のように実施した。圧迫圧の測定は、図8 に示す圧力測定器（TTMeditrade 製 KIKUHIME）を用いた。



図6 包帯のみで実施



図7 包帯巻き具試作機の評価



図8 圧力測定器

3. 結果と考察

3.1 包帯のみの場合

17名の看護師に各々3回、包帯巻き具を使用せず普段通り手で包帯を巻いた時の結果を図9に示す。横軸に実施者、縦軸に圧迫圧を示している。これより、手で巻いた場合は最大差23.3mmHgと大きくばらつき、褥瘡が発生するとされる30mmHgを大きく超える実施者もいた。30mmHg付近となった結果も含めると約30%の実施者に発赤や褥瘡の危険があることになる。

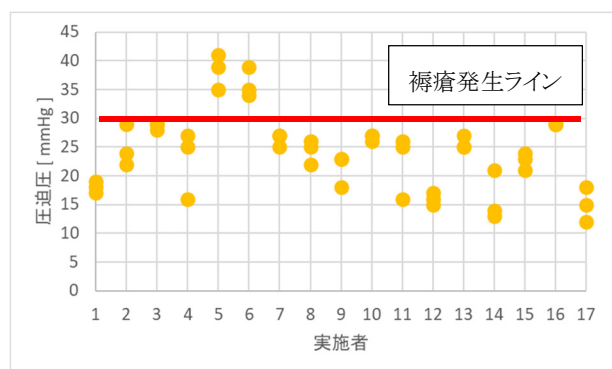


図9 包帯のみの場合の測定結果

3.2 包帯巻き具の評価

試作機のダイヤルを調整し、圧迫圧を10mmHg (■)、15mmHg (▲)、20mmHg (●) に設定し、3名の実施者が各圧迫圧で実施した時の結果を図10に示

す。実施者①が各5回、実施者②が各2回（ただし、20mmHgのみ3回）、実施者③が各2回（ただし、20mmHgのみ3回）の試験を実施した。

これより、10mmHg 時にばらつき幅 6mmHg、15mmHg 時にばらつき幅 5mmHg、20mmHg 時にばらつき幅 8mmHg となった。また、30mmHg を超えることなく、安全性の確保についても確認することができた。

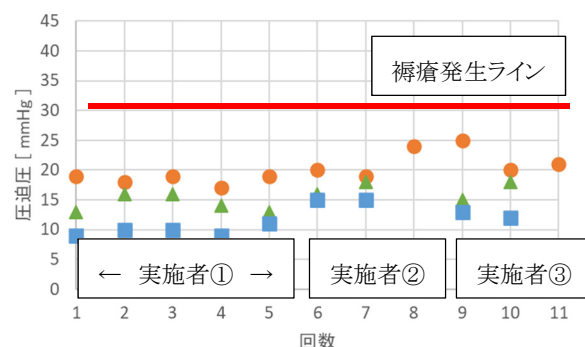


図10 包帯巻き具を使用した時の測定結果

4. おわりに

試作機を用いた評価では、実施者数が少なかったが、3Dプリンターの造形精度や強度不足がある中、ばらつき幅も小さく良好な結果を得ることができた。本結果を踏まえ金型の製作も進めており、より良い結果が得られることが期待できる。金型完成後には、さらに実施者を増やして評価を実施したい。

謝 辞

本研究は鳥取県委託事業「とっとり発医療機器開発支援補助事業」の補助を受け、鳥取大学医学部附属病院および株式会社ケイケイと研究を行いました。

文 献

- 1) 平井 正文; 弾性ストッキングの現状とエビデンス, リンパ浮腫の臨床と圧迫療法, 静脈学 2012, 23(3), p.239-245(2012).
- 2) 孟 真, 根本 寛子, 益田 宗孝; 圧迫療法と圧迫圧, 静脈学 2016, 27(1), p.45-51(2016).