

2020年度 新産業創出研究会「研究成果報告書」

「高齢者及び障害者のための新素材を用いた高機能ソックスの開発」

[鳥取大学・准教授] [椋田 崇生]

[鳥取大学・産官学連携コーディネーター] [才木 直史]

1. はじめに

研究代表者は、解剖学実習に携わる中で、医学教育にその身を捧げてくださった数多くのご献体に生じていた重度の踵部褥瘡（かかとに生じる床ずれ）及び尖足（不可逆的な足の底屈：つま先立ちの状態）の悲痛さを目の当たりにし、これらを予防する必要性を強く感じた。

一般に、介護老人保健施設や特別養護老人ホームなど（以下、老健施設等）で床に臥せた状態（臥床）にある入所者の踵部の褥瘡予防のために、専用のプロテクターを装着したり、下腿部に緩衝材を置き踵部を浮かせたりするなど、様々な対処がされている。しかしながら、専用プロテクターは足の運動の自由を制限することになり、また、下腿部への緩衝材の装着は足の底屈を促すことから、尖足を助長してしまう。これらは入所者のQOLの低下を招くだけでなく、離床後の歩行の能力も奪いかねない。一方で、老健施設等のスタッフが、これらの予防装具を入所者に適切に装着し、その状態を安定的に維持・管理することは重要であるが、装着介助のために、時間的にも体力的にも大きな負担を強いることも事実である。介助・支援にあたる人材不足の現状と職場環境の改善を鑑みると、老健施設等スタッフの負担軽減は極めて重要な課題であり、老健施設等の入所者、スタッフの両者にとっても、こうした問題を早期に解決することが望まれる。

そこで研究代表者は、個別に装着が必要な”予防装具”ではなく、日常的に着用するソックスにこれらの諸問題を解決する機能を持たせた”高機能ソックス”を設計・開発することを着想し、その量産先行品を製作することを目的として研究を進めることとした。

2. 概要

本研究立案当初は、図1のように、特殊素材ポリエステルナノファイバーを用いた生地を主体として、足から下腿までを覆うコンセプトのソックスを目指した。ポリエステルナノファイバーは保温・保湿性に優れた素肌に優しい化学繊維であり、また、この生地を基礎とした面ファスナーは直接素肌に接触しても快適である。そこで、これらの素材の特性を生かしながら、本研

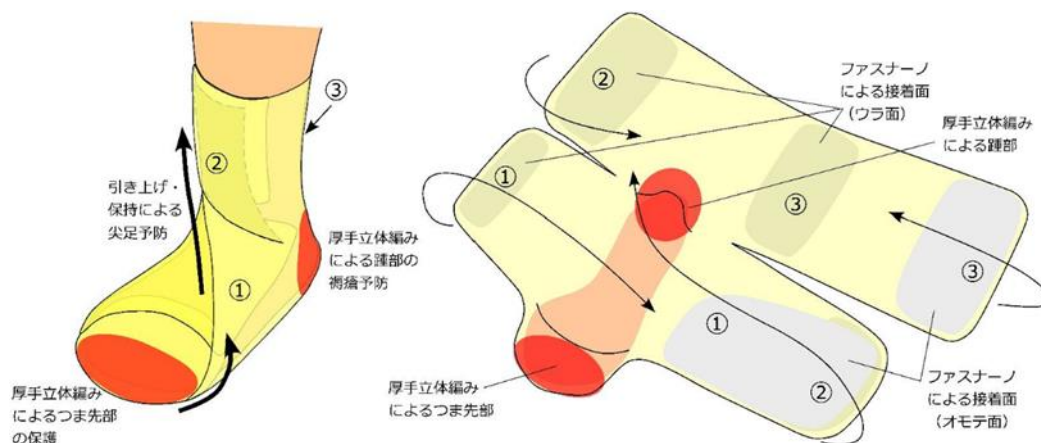


図1 研究計画当初立案した高機能ソックスのデザイン。

究の参加企業である株式会社コーポレーションパールスター（以下、パールスター）の独自の編み込み技術を踵部に組み込むことで、踵部褥瘡と尖足の予防が期待できる試作品を得た。しかしながら、本試作品は、着用者の QOL 向上には資するが、着用が想定に反し煩雑であり、



図 2 最終的な高機能ソックスのデザイン。

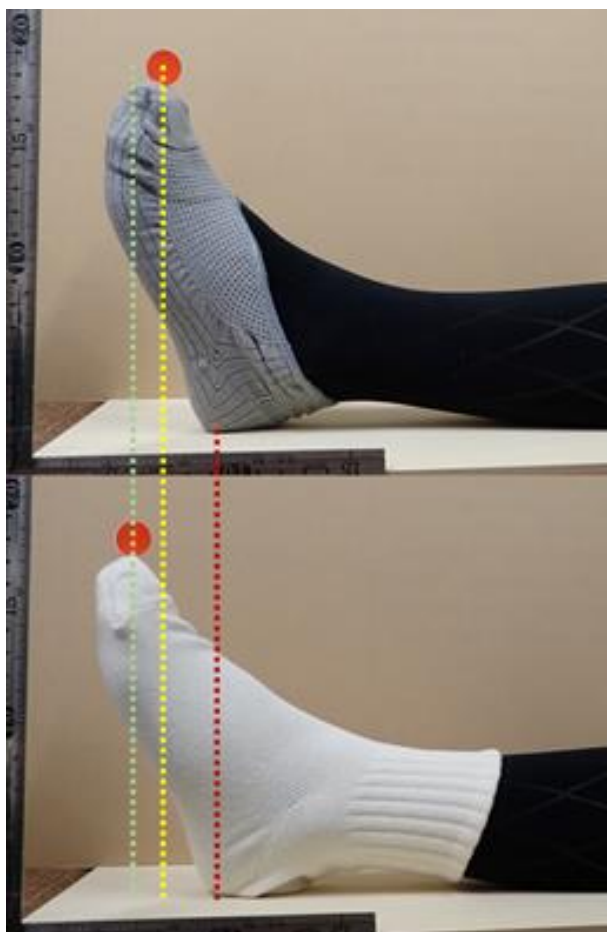


図 3 高機能ソックス（上）と一般的なソックス（下）の爪先部の引き上げ効果の比較。赤色丸印は爪先の位置を示し、それぞれのソックス着用時の爪先位置からの延長線を黄色破線及び緑色破線で示す。赤色破線は踵の位置の延長線を示す。

時間を要するため、着用介助を担う老健施設等スタッフの負担軽減が困難であることが判明した。またこの時、新型コロナウイルス感染症の全世界的拡大により、人と人との接触を短時間におさめる必要性が高まった。このため、コンセプトから検討し直すこととした。

こうした経緯を経て完成した量産先行試作品が、図 2 に示した”履かせやすく履きやすい高機能ソックス”である。本量産先行品は、パールスターが製品化していた転倒防止靴下に着想を得て開発したもので、当初使用を予定していた生地をベースに、爪先と踵部にパールスター独自の編み込み技術を施し、全体としてスニーカーソックスタイプとした。このようなデザインに変更したことで、着用介助に要する時間が著しく短縮された。予備的な検討では、仰臥位で着用を介助する場合、着用完了までに要する時間は 10 秒程度であった。これにより、介助者の負担軽減が実現した。また、着用が容易となったことから、介助者の負担軽減に加え、着用者自身での着脱が可能となった点も着用者の QOL 向上に寄与していると考えられる。予備的な検討では、介助なく自ら着用する場合、20 秒程度要した。

本試作品は当初のデザインのように、尖足予防を見据えた積極的な足関節の引き上げ機構を採用しなかったが、ソックス爪先部から足首にかけての編み込みを強化



図 4 編み込みが強化されている高機能ソックス爪先部(黄色矢印)。

することで、通常ソックスと比較して、1.5 cm 程度爪先が引き上げられ (図 3)、結果として、足関節を伸展させるのに負荷がかかる立体構造を構築することができた (図 4)。これは、長母指伸筋や長趾伸筋など足関節の背屈に重要な筋群の慢性的な伸展 (すなわち、底屈) を抑止することから、尖足に対しても予防的効果が期待できる。

また、本試作品爪先部の恒常的な引き上げ効果は、負荷をかけつつ足趾を屈曲させる機会を与えることから、臥床であっても積極的な足趾の運動により、足趾屈曲に作用する短母指屈筋、長母指屈筋、虫様筋、短指屈筋、長指屈筋の機能維持・向上に寄与することが予想される。これらの筋群が生み出す足趾でつかむ力 (足趾把持力) は、歩行時に足趾で地面をつかみ取るために必要であり、正常な歩行には欠かせない。臥床での着用は、尖足の予防効果とともに、歩行機能の維持・向上も期待できることから、離床後の QOL 向上にも大いに期待できる。

本品の着用感については、ポリエステルナノファイバーを用いていることから、生地そのものが素肌に触れることに抵抗感はなく、非常に快適である。一方、爪先部に引き上げ効果をもたらす編み込み構造を用いているために、通常のソックスと比較すると、着用当初は爪先部に若干の圧迫感がある。

3. 研究成果および今後の課題

【研究成果】

転倒防止靴下に着想を得て、“履かせやすく履きやすい”高機能ソックスの量産先行品の完成に至った。昨今のコロナ禍の情勢を鑑み、“履かせやすさ”を重視したことから、当初計画していたコンセプトとは異なるデザインとなったが、着用介助の単純化と時間短縮を実現し、尖足の予防効果及び把持力強化の効果が期待できる量産先行品の開発に成功した。これらは臥床における着用者の QOL 向上にとどまらず、離床後にも良好な影響を及ぼすことが十分期待できる。

【今後の課題】

量産先行品は、パールスター独自の編み込み技術を足底～踵部にかけて施しているので、緩衝作用が期待できる。しかしながら、踵部の緩衝作用が褥瘡を効果的に予防するのに十分であるか否かは検証が終わっていない。これについて引き続き検証を進め、踵部の緩衝作用の最適化を検討する。

ポリエステルナノファイバーを素材に用いて量産先行品の作製にあたっているが、保温・保湿効果については検証を引き続き行っていきたい。また、着用時のストレス及び爪先の引き上げ効果については、今回は短時間 (1 時間程度) の検証を行った。今後、臥床において、長時間 (ソックスを着用している時間：8～12 時間) でのより実使用環境に沿った検証を行っていきたい。

4. おわりに

本研究では、当初は足全体をくるむようなデザインの高機能ソックスの量産先行品開発を目指していた (図 1 参照)。しかし、新型コロナウイルス感染症の全世界的な拡大に伴い、入所者に着用させるソックスとしては、短時間の介助で着用可能であることが老健施設等での今後最も優先される必要条件として顕在化した。この要求を満たすデザインに加え、尖足と踵部褥瘡を効果的に予防でき、着用者の QOL 向上が期待できる高機能ソックスは高い需要が見込まれる。本研究では、そうした要求に応え得る完成度の高い高機能ソックスの量産先行品を得ることができたことから、早ければ年内の製品化を検討している。

量産先行品の製品化後も、老健施設等入所者及びスタッフの声に耳を傾け、さまざまな改良を加えながら、さらに両者に良好な影響を及ぼす製品に発展させていきたいと考えている。

5. 本研究の今後の計画

現在、今後の課題で記載した検討事項を適宜進めていく予定である。また、それと並行して、パールスターにおいて量産先行品に軽微な修正を加え、サイズ、色、パッケージ等の検討を進めており、年内の製品化を目指している。製品化にあたっては、意匠権の取得を予定している。

6. その他

(1) 出願特許(タイトル・出願番号・発明者・特許権者など)

意匠権の取得に向けて、参加企業であるパールスターが準備を進めている。

(2) 投稿論文(タイトル・学会名等)

本研究は製品化に向けた量産先行品の開発に重点を置いているので、論文や学術集会等での発表は実施しない。

(3) 本研究会の参加企業・団体名

株式会社コーポレーションパールスター(東広島市)



この報告書は、競輪の補助により作成しました。

<https://jka-cycle.jp>