

Referent/in

Hochmann, David (Steinfurt DE) | Prof. Dr.-Ing.
FH Münster - Labor für Biomechatronik

Titel

Methodische Entwicklung 3D-Druck-gerechter Orthesen-Designs

Coauthors

Dilthey C, Schubert B, Krane T, Mielsch T

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt das Vorgehen und die Ergebnisse der systematischen Entwicklung von zwei neuartigen Orthesen-Designs, die die Vorteile der additiven Fertigung gezielt ausnutzen und die der-zeit noch bestehenden Nachteile der 3D-Druck-Materialien kompensieren.

Hintergrund

Das Interesse der Orthopädiotechnik an additiven Technologien ist groß. Die hohen Erwartungen werden jedoch häufig enttäuscht. Das liegt z. T. daran, dass die für die konventionelle Fertigung bestimmten Produktdesigns additiv nachgebaut werden. Da die derzeit verfügbaren 3D-Druck-Materialien noch nicht mit klassischen Werkstoffen vergleichbar sind, resultiert das Vorgehen häufig in schlechteren mechanischen Eigenschaften und verminderter Haltbarkeit der 3D-gedruckten Orthesen [1]. Eine vollständig 3D-gedruckte Alternative für dynamisch hochbeanspruchte Produkte, wie z. B. Unterschenkelorthese (AFO) in Carbon-Prepreg-Technik, existiert bisher nicht. Zur Lösung des Problems müssen additiv zu fertigende Hilfsmittel von Grund auf neu konzipiert werden. Dabei sollten die aktuellen Innovationspotentiale, wie Herstellbarkeit komplexer Strukturen, Optimierung mittels Computersimulation und Quantifizierung von Orthesen-Eigenschaften durch moderne Prüftechnik gezielt ausgenutzt werden.

Material Methode; Durchführung/ Prozess

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde, in enger Kooperation mit zwei Sanitätshäusern, die methodische Entwicklung 3D-Druck-gerechter Orthesen-Designs am Beispiel einer immobilisierenden Handorthese (WHO) und einer dynamischen AFO durchgeführt.

Der Ausgangspunkt der Entwicklung war die Erstellung einer Anforderungsliste, die die Anforderungen der am Prozess Beteiligten umfasst. Anschließend wurde eine Funktionsstruktur

erstellt und die kritischen Funktionen identifiziert. Diese fielen unterschiedlich aus – während bei der WHO die Trageeigenschaften und die Erleichterung des Einstieges im Fokus standen, wurde bei der AFO zunächst nach den Möglichkeiten zur Realisierung von ausreichender Steifigkeit gesucht. Die anschließende Lösungsfindung auf Basis verschiedener Kreativitätstechniken führte zur Konzeptionierung erster Designs, die mit Hilfe der dafür entwickelten Prüftechnik bewertet wurden. Zum Vergleich wurden auch die Eigenschaften konventioneller Produkte prüftechnisch erfasst.

Ergebnisse

Bei der dynamischer AFO wurden drei prinzipielle Konzepte der Steifigkeits-Realisierung aufgestellt und überprüft:

- mit Hilfe eines Zukaufteils (konfektioniert oder individuell hergestellt),
- durch Endlofaser-3D-Druck,
- durch Nutzung von neuartigen (z. B. bionischen) Formstrukturen.

Es konnte gezeigt werden, dass mit den ersten zwei Konzepten die Steifigkeit einer AFO in Carbon-Prepreg-Technik erreicht werden kann. Die untersuchten Formstrukturen erreichen die Steifigkeitsvorgaben derzeit noch nicht, bieten mit ihren asymmetrischen Steifigkeitskennlinien jedoch biomechanische Vorteile. Hier wird derzeit eine weitere Optimierung mittels Computersimulation durchgeführt.

Bei der immobilisierenden WHO zeigte sich, dass einige vielversprechende Strategien zur Verbesserung der Trage- und Anlege-Eigenschaften gleichzeitig zu einer Verschlechterung der Orthesenfunktion führen können. Es zeigte sich zudem, dass die Wahl der Befestigung (Gurte, Verschlüsse etc.) die Funktion stark beeinflusst. In einem iterativen Prozess wurde daher nach einem Design gesucht, das beide Anforderungen in ausreichendem Maße erfüllt. Mit dem entstandenen Prototyp finden derzeit Testversorgungen im Sanitätshaus statt, deren Ergebnisse in eine weitere Optimierung einfließen sollen.

In beiden Fällen konnte ein Orthesen-Design entwickelt werden, das mit dem derzeitigen Gold-Standard vergleichbare funktionelle Eigenschaften aufweist und die wesentlichen Vorgaben der Anforderungsliste erfüllt.

Diskussion/ Schlussfolgerung; Fazit für die Praxis

Neben der generellen Erprobung der Methodik sind im Projekt Prototypen entstanden, die aus der Sicht der beteiligten Sanitätshäuser Potential haben, in die laufende Versorgung überführt zu werden. Bevor das jedoch erfolgen kann, müssen weitere offene Fragen, die die Haltbarkeit, die Stabilität des Produktionsprozesses usw. betreffen, untersucht und bewertet werden. Es ist zudem zu erwarten, dass Ergebnisse der laufenden Nutzertests zu einem Redesign der Prototypen führen werden. Auch die Rollen und die Verantwortungsbereiche der Beteiligten in der digitalen Prozesskette sind noch zu klären.

Sind diese Schritte jedoch erfolgreich abgeschlossen, kann die vorgestellte Methodik richtungsweisend bei der Entwicklung innovativer Orthesen-Designs für die additive Fertigung sein. Gelingt es darüber hinaus, die individuellen Bedürfnisse des Patienten genau zu erfassen, ist in der Zukunft eine individualisierte und vollständig digitale Patientenversorgung vorstellbar.

Literaturreferenzen

[1] Hochmann, D.: 3D-Druck in der Technischen Orthopädie – Stand und Perspektiven. Orthopädie Technik 5, 2014, pp. 102-104

Image: Bild_2021-10-08_130703_93.png

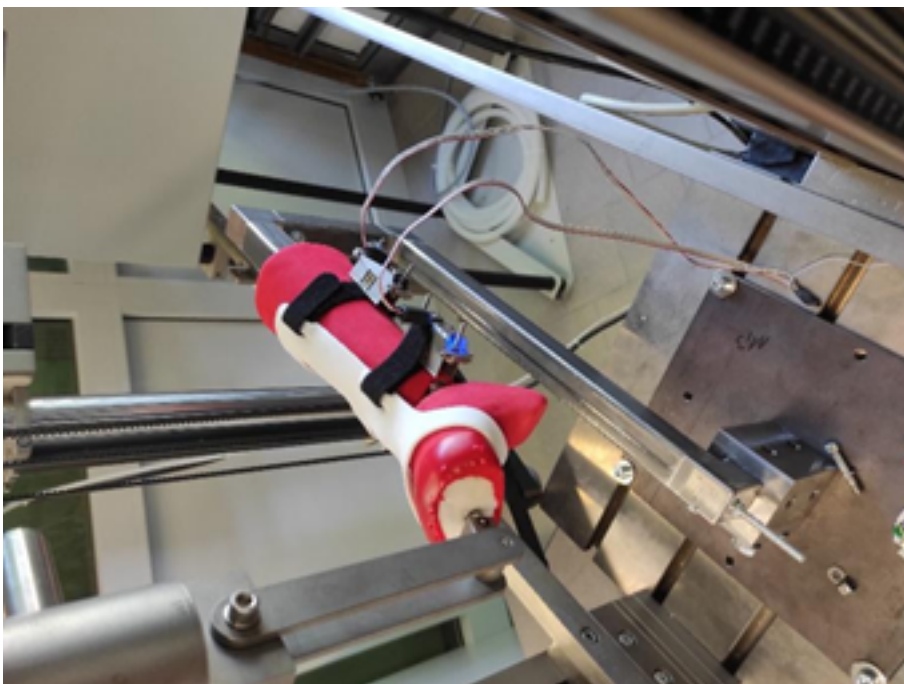


Image: Bild_2021-10-08_130810_94.png

