

Entwicklung individueller Handorthesen

Orthesen umschließen Körperteile, um sie zu entlasten und/oder ruhig zu stellen. In einigen Fällen müssen die Orthesen individuell an den Patienten und die Behandlung angepasst werden.

Dr. Helmut Ersch, Krankenhaus Agatharied, Prof. Dr.-Ing. Raimund Kreis, Konstruktion und Entwicklung, Hochschule Landshut und Prof. Dr.-Ing. Norbert Babel, Labor für Additive Fertigung, Hochschule Landshut

Das Krankenhaus Agatharied und die Hochschule Landshut untersuchen am Beispiel einer Handorthese wie dies mit Hilfe additiver Fertigungsverfahren effizient durchführbar ist. Orthesen kommen häufig nach Verletzungen, Operationen oder bei Krankheiten zum Einsatz, wo sie den Heilungsprozess unterstützen sollen. Dabei umschließen sie Körperteile, um sie zu entlasten oder schädliche Bewegungen einzuschränken. In einigen Fällen reichen die verfügbaren Orthesen jedoch nicht aus, sondern müssen individuell an die Patienten angepasst werden. Abformungen oder Eingipsungen direkt am Patienten sind meist unkomfortabel oder können den Heilungsprozess sogar einschränken. Bei extra- und teilweise auch intraartikulären Grundgliedfrakturen der dreigliedrigen Finger beispielsweise führten die Erfahrungen der Vergangenheit immer häufiger zu einer frühfunktionellen Behandlung. Dabei soll ein Nebeneinander zwischen Frakturheilung und Beübung stattfinden, Einsteifungen der Fingergelenke



Dr. Helmut Ersch

durch starre Gipsruhigstellung dadurch vermieden werden.

Funktionelle Orthese

Die Fraktur wird in Lokalanästhesie reponiert und in Syndaktyliestellung mit einer Fingerflinte an einem gesunden Nachbarfinger elastisch fixiert. In der geschaffenen, individuellen Schienenanordnung in intrinsic plus-Stellung (Abb. 1) ist ein aktives Bewegen der Finger im DIP- und PIP-Gelenk möglich. Die funktionelle Anatomie mit umgebendem Zancolli-Haltekomplex führt zu einer Stabilisierung des Bewegungsablaufes mit Brace-ähnlichem Effekt und verhindert eine Redisllokation. Die funktionelle Orthese wird für vier Wochen belassen, Röntgenkontrollen erfolgen in der Orthese nach ein und vier Wochen. Ziel der Kooperation zwischen dem Krankenhaus Agatharied in Hausham und der Hochschule Landshut ist es, Methoden zu entwickeln, mit denen patientenschonend und mit niedrigem Aufwand individuelle Handorthesen für den oben



Prof. Dr.-Ing. Raimund Kreis

beschriebenen Anwendungsfall hergestellt werden können, ggf. sogar direkt in einer medizinischen Einrichtung. Alternativ soll untersucht werden, ob sich mit Hilfe von CAD-Programmen Standardorthesen modellieren lassen, die on Demand gedruckt werden können.

Individuelle Handorthese

Als Beispiel wurde die Handorthese in Abb. 1 individuell an eine Patientenhand angepasst. Dazu wurde die Hand zunächst eingescannt, was im Gegensatz zu einer Abformung mit Gips berührungslos und damit äußerst schonend durchgeführt werden kann. Scanner liefern üblicherweise ein Flächenmodell im STL-Format, das mit Hilfe von STL-Editoren oder konventionellen 3D-CAD-Systemen weiterverarbeitet werden kann. Das Flächenmodell des 3D-Scans wird zunächst beschnitten, um die Grundform der Orthese zu gestalten. Fehlstellen in der verbleibenden Oberfläche werden geschlossen bzw. geglättet. Je nach Scanverfahren und Qualität des Scanners wird die Handoberfläche mehr oder weniger genau und vollständig abgebildet. Wie sich zeigte ist dies für die Passform der Handorthese auch nicht unbedingt erforderlich, so dass auch preiswertere Scanner in Betracht kommen. Das geglättete Flächenmodell wird durch Zuweisung einer Materialstärke zu einem Volumenmodell, das mit Befestigungsösen, z.B. für Klett-bänder, versehen werden kann. Danach kann die Orthese als Schalenmodell gedruckt oder zu einem Gittermodell weiterverarbeitet werden. Zur reinen Funktionserfüllung der Bewegungseinschränkung ist ein Schalenmodell zwar ausreichend, bei gleicher Wandstärke ist ein Gittermodell



Prof. Dr.-Ing. Norbert Babel

jedoch leichter und zudem atmungsaktiv. Bedeckte Hautpartien schwitzen nicht so stark, und von außen eintretende Feuchtigkeit trocknet schneller, was sich positiv auf Hygiene und Tragekomfort auswirkt. Die in Abb. 1 gezeigte Gitterorthese wiegt rund 50 g und wurde mit dem selektiven Lasersintern (SLS-Verfahren) hergestellt.

Die Orthesenmodelle können mit Hilfe verschiedener additiver Fertigungsverfahren hergestellt werden (Abb. 2 und Abb. 3). SLS-Drucker sind zwar im Verhältnis zu Filamentdruckern (FFF-Verfahren) teurer, liefern dafür aber eine sehr gute Oberflächenqualität und erfordern so fast keine Nacharbeit. Bei Filamentdruckern kann die Fertigbearbeitung deutlich zeitaufwändiger sein. Hochwertige, industrietaugliche 3D-Scanner und SLS-Drucker sind relativ kostenintensiv und die Lizenzkosten für eine professionelle CAD-Software betragen ebenfalls mehrere Tausend Euro pro Jahr. Zudem ist Personal mit Fachwissen über CAD und additive Fertigungsverfahren erforderlich, wodurch eine solche Lösung für medizinische Einrichtungen schwer realisierbar ist. Ob ein spezialisierter Dienstleister individuelle Orthesen zu einem Preis liefern kann, den Krankenkassen erstatten, ist noch unklar.

Preisgünstige Filamentdrucker

Auf der anderen Seite gibt es Filamentdrucker bereits für wenige Hundert Euro und anstelle einer teuren CAD-Software kann auf Freeware STL-Editoren zurückgegriffen werden. Die Orthese in Abb. 1 wurde beispielsweise mit einem kostenlosen Editor erstellt. Leistungsfähige 3D-Scanner gibt es ab ca. 1.000 €. Alternativ dazu wird die Photogrammetrie immer



Abb. 2: Filamentdruck mit Stützmaterial



Abb. 3: SLS-Druck beim Entstützen

interessanter. Auch hier gibt es bereits preiswerte oder sogar kostenlose Software, z.B. auch für Smartphones. Allerdings ist auch hier für die Weiterverarbeitung der Daten und Durchführung der 3D-Drucke fachkundiges Personal erforderlich. Eine weitere Möglichkeit kann die Gestaltung von Standardorthesen sein. Wenn Verletzungen beispielsweise gehäuft bei bestimmten Berufsgruppen, Altersstufen oder Geschlechtern auftreten, sind die geometrischen Variationen zwischen den Patienten evtl. so gering, dass eine kleine Anzahl von Größenvarianten ausreicht. Basierend auf Ergonomietabellen und Messungen an aktuellen Patienten könnten

dann mit Hilfe von CAD-Programmen einmalig verschiedene Orthesenmodelle erstellt werden, die später on demand 3D-druckbar sind. Bisher konnten mit Hilfe von 3D-Scans verschiedene individuelle Orthesen-Prototypen gedruckt werden. Die Gestaltung von Standardorthesen sowie Patientenstudien stehen jedoch noch aus.



Abb. 1: Handorthese mit Klettband (l.) und palmarer Druckleiste (r.)