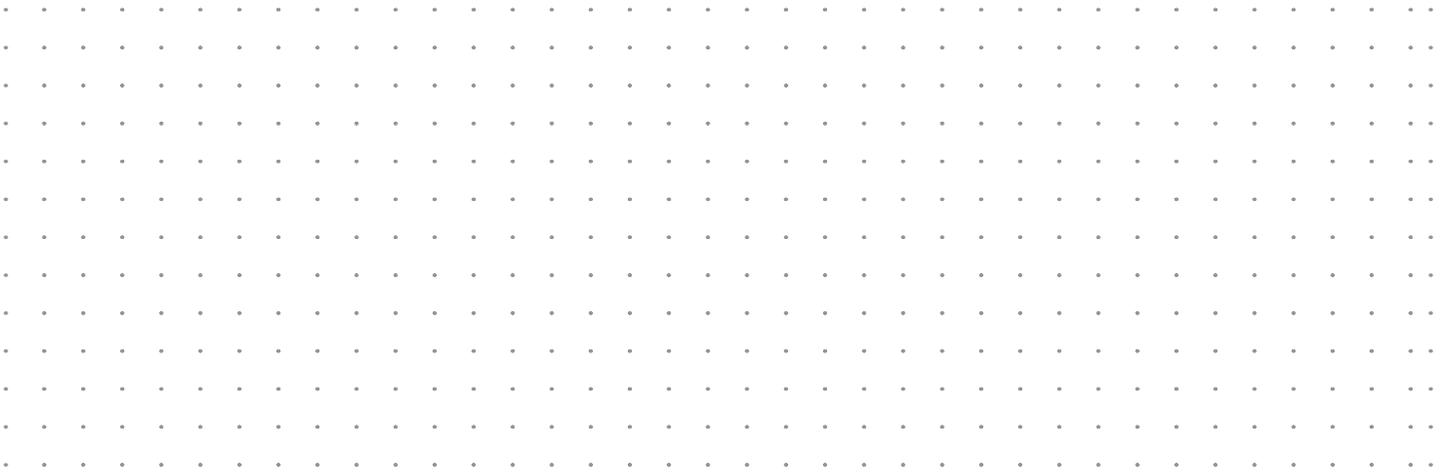


Fachliteratur Prothetik

Optimiertes Anprobeverfahren nach Pohlig in der Oberschenkelprothetik

M. Schäfer, Verlag Orthopädie-Technik 2001/5



M. Schäfer

Optimiertes Anprobeverfahren nach Pohlig in der Oberschenkelprothetik

An Optimized Fitting Method in Above-Knee Prosthetics According to Pohlig

Die Qualität einer Oberschenkelprothetischen Versorgung bemisst sich primär an der Passform des Prothesenschaftes. Erst wenn alle stumpfrelevanten Gegebenheiten optimal eingebettet wurden, können die Möglichkeiten moderner technischer Neuerungen aus den Bereichen der Adaptionen-, Knie- und Fußkonstruktionen adäquat genutzt werden. Die vielfältigen Variablen und Anforderungen, die sich während der Anprobephase patientenbezogen ergeben, gilt es in einer versierten Anprobetechnik zu berücksichtigen.

The quality of an above-knee prosthetic fitting is judged mainly by the fit of the prosthetic socket. Only when all the conditions relevant to the stump are optimally imbedded the possibilities of modern technical developments from the areas of adaption, knee- and foot constructions can be applied adequately. The numerous variables and demands, which result during the phase of fitting with regard to the patient, have to be taken into consideration in a well-practised fitting technique.

Einführung

Die erfolgreiche Versorgung Oberschenkelamputierter Patienten erfordert vom Orthopädie-Techniker ein Höchstmaß anatomischer, physiologischer und biomechanischer Kenntnisse, gepaart mit Einfühlungsvermögen, technischem Geschick und reicher Erfahrung.

Eine zentrale Rolle bei der Herstellung einer Oberschenkelprothese nimmt die Schaftanfertigung ein. Hier werden wertvolle Informationen, die durch einen Gipsabdruck und die palpatorische Begutachtung des Stumpfes gewonnen wurden, verarbeitet und mittels geeigneter Materialien umgesetzt.

Der Prothesenschaft stellt das direkte Bindeglied zwischen dem Stumpf und den einzelnen funktionellen prothetischen Komponenten dar. Seine Aufgabe besteht in einer reizfreien Einbettung und Führung des Oberschenkelstumpfes unter Berücksichtigung einer bestmöglichen Versorgung der Gefäße sowie in der Vermittlung propriozeptiver Reize, die während des Stehens und Gehens auftreten. Als konstruktive Formgebungsvariante hat sich hierbei in den letzten Jahren die CAT-CAM Schafttechnologie mit bestmöglichem Vollkontakt und hydrostatischer Einbettung gegenüber der herkömmlichen und

zweckformbestimmten querovalen Schafttechnik durchgesetzt. Der folgende Beitrag ist das Ergebnis einer strukturierten Suche nach



Abb. 1 Maß- und Formkontrolle.

einer möglichst variablen nachvollziehbaren Anprobetechnik beim Einsatz von thermoplastisch formbaren Oberschenkel-Prothesenschaftes.

Problematik und Zielsetzung

Der Einzug moderner thermoplastischer Materialien bei der Herstellung von Prothesenschaftes hat zu grundlegenden Veränderungen während der Passformarbeiten geführt. Aufgrund physiologischerer Einbettungstechniken rückten zunehmend neue Wertmaßstäbe in der Passform-Beurteilung, wie beispielsweise die exakte Volumenkonvergenz zwischen Stumpf und Prothesenschaft, in den Vorder-



Abb. 2 Anprobetechnik nach Pohlig.

grund. Eine visuelle Sichtkontrolle schien durch den Einsatz transparenter Testschaft-Plattenmaterialien aus Polyethylenterephthalat (PETG) nahezu ideal. Die technischen Möglichkeiten der thermoplastischen Bearbeitung eröffneten dem Orthopädie-Techniker vielfältige und zügige Änderungsoptionen.

Nach dem Ende der Anprobephase wurde das Passformergebnis mittels Aufbaugerät übertragen und ein den Stumpfverhältnissen entsprechender Definitivschaft aus einem komfortableren und stabileren Schaftmaterial wie z. B. Polyethylen oder Copolymeren mit zugehörigem Gießharz- oder Polypropylen-Container gefertigt.

Dieser Fertigungsablauf führte jedoch vermehrt zu Transfer-Problemen bezüglich der erzielten Passform. Oftmals äußerte der Prothesenträger ein gutes Befinden im Testschaft und Unbehagen in der „exakt kopierten“ Definitiv-Prothese, so dass häufig ein erheblicher Aufwand in der Nachbearbeitung und Formfindung des definitiven Schaftes betrieben werden musste.

Die material-technischen Parameter der zumeist extrudierten

thermoplastischen Plattenmaterialien machen eine exakte Kopie des Testschaftergebnisses nahezu unmöglich. Der Tiefziehvorgang, bei dem ein kleiner Materialquerschnitt über eine oftmals erhebliche Strecke tiefgezogen wird, erzeugt im Kunststoff erhebliche Spannungen.

Die Folgen hiervon sind Verarbeitungs- sowie Nachschwindungen des Materials. Bestehende Eigenspannungen, die aufgrund des Herstellungsprozesses im polymeren Gefüge „eingefroren“ sind, kommen während der weiteren Bearbeitung durch den Orthopädie-Techniker erschwerend hinzu. Der semiflexible Innenschaft ist dadurch erheblichen Schwankungen im Sinne eines Schrumpf-Memory-Effektes ausgesetzt.

Durch die permanent veränderten Verarbeitungstoleranzen wie z. B. Umgebungstemperatur, unterschiedliche Länge des Schaftes (Stumpflänge), ungleichmäßige Wandungsstärken etc. war ein Festlegen materialspezifischer Parameter nahezu unmöglich. Hinzu kam das subjektive Empfinden des Patienten auf die unterschiedlichen Schaftmaterialien von Test- und Definitivschaft. Während der Testschaft eine harte und glatte Oberflächenstruktur aufwies, kennzeichnete den Definitivschaft eine weichere und flexiblere Oberfläche.

Auf der Suche nach neuen Wegen bestand daher der dringli-



Abb. 4 Tiefziehvorgang des PETG-Probecontainers.



Abb. 3 Semiflexibler Innenschaft mit distalem Distanzdummys.

che Wunsch, schon während der Testschaftanprobe mit dem endgültigen Innenschaft zu arbeiten, ähnlich der früher praktizierten Holzschafft-Technik. Das Gefühl im Testschaft sollte dem des definitiven Schaftes entsprechen. Die praktikablen und schnellen Änderungsmöglichkeiten, die sich im Umgang mit thermoplastischen Schaftmaterialien boten, sollten dabei nicht verloren gehen.

Aus technischer Sicht war der Wunsch groß während der Anprobe veränderbare Volumina und Schaftlängen einbeziehen zu können. Eine visuelle Volumenkontrolle war nach wie vor gefordert.

Methode und Materialauswahl

Elementare Grundlage zur Herstellung eines physiologischen Prothesenschaftes ist ein adäquates Basismodell, das die Eigenheiten des jeweiligen Oberschenkelstumpfes in all seinen Ausprägungen wiedergibt. Zur Herstellung eines solchen Modelles genügt es nach dem Verständnis des Autors nicht sich an den einzelnen Umfangmaßen



Abb. 5 PUR-Pad zur Verstärkung der femoralen Führung.

zu orientieren. Hier haben weitaus mehr Informationen einzufließen, wie z. B. die Sensibilität und Konstitution der Haut, das muskuläre Verhalten in Kontraktion und Entspannung, die Gewebebeschaffenheit des Stumpfes bezüglich der Weichteilverspannung, gegebenenfalls ein Knochenbefund bei Exostosen, die Belastbarkeit des Stumpfendes, mögliche Volumendifferenzen (z. B. bei Dialyse-Patienten), das Verhältnis Femurlänge zu Stumpflänge etc. In der Praxis hat sich hier eine Maß- und Formkontrolle bewährt, bei der eine Überprüfung der stumpfrelevanten Parameter zwischen dem bereits modellierten Positiv und dem Stumpf erfolgt (Abb. 1).

So können selbst anatomische Feinheiten im Ursprungs-Modell des Positivs berücksichtigt und aufwändige zusätzliche Testschaffanfertigungen häufig umgangen werden.

Im Anschluss an die Form- und Maßkontrolle wird der Testschaff (Abb. 2) vorbereitet. Dieser besteht aus einem semiflexiblen Innen-

schaft, der in der definitiven Prothese weiterhin verwendet wird, sowie einem transparenten dünnwandigen Probecontainer aus PETG. Als ideale Materialien für den Innenschaft empfehlen sich semiflexible transluzente Copolymere, die je nach Beschaffenheit des Stumpfes in ihrem Oberflächenverhalten variabel sind (glatt bis griffig) und gleichfalls über genügend Eigenstabilität verfügen, wie z. B. Northvane 24, Thermoflex medium, Thermolyn, Mosoft etc.

Besitzt man bezüglich der Aufbauhöhe zwischen Schaftende und Kniegelenk genügend Freiraum, so lohnt sich die Einarbeitung eines Distanzdummys (Abb. 3), das die Möglichkeit einer nachträglichen axialen Nachpassung bietet.

Der Probecontainer wird nach Aufbringen eines Trenngewebes aus Nylon direkt über den semiflexiblen Innenschaft tiefgezogen (Abb. 4). Als geeignete Materialien empfehlen sich hierfür hochtransparente Copolyester-Platten aus PETG wie z. B. Simolux, Northplex plus etc. Die Schäfte werden nach der vollständigen Auskühlung entformt und entsprechend der stumpfrelevanten Gegebenheiten auf das Kniesystem adaptiert. Die Befestigung des semiflexiblen Innenschaftes im Probecontainer erfolgt durch ein Velcro-Verschlussband.

Modifikationsmöglichkeiten

Für die Formoptimierung während der Anprobe stehen dem Orthopädie-Techniker verschiedenste Techniken zur Auswahl. Der Spielraum zwischen einer guten und einer schlechten Passform ist oftmals sehr gering. So ist es von Bedeutung, bei Formänderungen im Zuge der Passformfindung möglichst variabel zu sein um z. B. eine getätigte Modifikation revidieren zu können. Grundsätzlich erfolgen alle definitiven Form- und Volumenänderungen am Gipspositiv, d. h.

man kann nach jeder Schaftänderung auf ein aktuelles Basismodell zurückgreifen.

Maßnahmen, die zur Formoptimierung zählen, wie geringfügige partielle Reduktionen oder die Verbesserung der Führungseigenschaften, können zunächst durch PUR-Pads (Abb. 5), die man zwischen Innenschaft und Probecontainer fixiert, getestet werden. Nach positivem Befund werden diese Formänderungen umgehend via Gipsmodell auf den Innenschaft übertragen.

Die Optimierung von Volumendifferenzen zwischen Stumpf und Prothesenschaft haben immer am Gipspositiv zu erfolgen. Je nach Materialbeschaffenheit und Stärke des semiflexiblen Innenschaftes sind Volumenänderungen von zwei cm im Umfangmaß realisierbar (Abb. 6).

Hierzu wird am Gipspositiv entsprechend Gips auf- bzw. abgetragen. Anschließend wird der Innenschaft unter Benutzung von zwei Thermgebläsen sowohl von der Innen- wie auch der Außenseite gleichzeitig erwärmt, bis sich das Material im Zustand thermoplastischer Formbarkeit befindet. Der Schaft wird auf das Gipspositiv geschoben und mittels elastischer Langzug-Binden oder Vakuumabsaugung bis zur Erkalting fixiert.

Die axiale Nachpassung des Innenschaftes erfordert eine analoge Vorgehensweise. Auch hier gibt das Material die jeweiligen Möglichkeiten vor. Durch die Verwendung eines PE-/EVA-Copolymers lassen sich Längenoptimierungen von 1,5 cm erreichen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Region um das Ventil nicht erhitzt und verformt wird, da dadurch irre-



Abb. 6 Volumenreduktion bis zwei cm im Umfang.



Abb. 7 Visibilität bei transluzenten Schaftmaterialien.

parable Schäden am Schaft entstehen können.

Es gilt bei jeder Art thermoplastischer Änderung zu beachten, dass das Schaftmaterial vor der Entformung vollkommen ausgekühlt ist, da es sonst zu ungewollten Nachschumpfungen kommt. Die Möglichkeiten einer visuellen Volumen- und Längenkontrolle sind bei manchen semiflexiblen Schaft-Materialien aufgrund des Füllstoffgehaltes oder der Einfärbungen stark eingeschränkt.

Daher ist darauf zu achten, dass bei der Anprobetechnik nach Pohlig transluzente semiflexible Schaftmaterialien, meist copolymeren Charakters, eingesetzt werden. Sie gewährleisten in Verbindung mit dem transparenten Probecontainer eine ausreichende Visibilität (Abb. 7).

Durch die „Schaft-in-Schaft“-Probetechnik kann man bereits während der Anprobephase die definitive Schafttraggestaltung imitieren. Dies ist gerade bei der Formgebung der semiflexiblen Innenschäfte von besonderer Bedeutung. Ein zu großzügiges Freilegen der semiflexiblen Ränder führt zum Verlust der Führungseigenschaften und der Stumpfbalance.

Dagegen besitzt man mit dieser Schafttechnik die Möglichkeit einzelne Stumpfpfeile, wie beispielsweise den glutealen Bereich, wesentlich höher einzubetten als

bei konventionellen Schafttechniken. Diese Option hat sich vor allem in der Kurzstumpf-Versorgung bewährt.

Bei der Versorgung von Patienten mit größeren Volumenschwankungen (z. B. Dialyse-Patienten) kann bereits während der Anprobe eine testweise Integration des Air Contact Systemes zur temporären Volumenkontrolle erfolgen.

Nach endgültiger Formfindung und einer Testphase durch den Patienten kann die Probeprotese mittels Aufbaugerät in Form und Stellung übertragen werden. Der PETG-Probekontainer wird unter Erhaltung des flexiblen Innenschafte durch einen leichteren, dünnwandigeren und wesentlich stabileren Container aus einem Carbon-/Glasfaser-/PMMA-Verbund ersetzt (Abb. 8).

Fazit

Der Einsatz des optimierten Anprobeverfahrens nach Pohlig eröffnet dem Orthopädie-Techniker einen weit größeren Handlungsspielraum als gängige Anprobeverfahren.

Die Möglichkeit das Volumen sowohl in vertikaler wie auch horizontaler Expansion in einem Anprobekontainer zu optimieren hat sich vor allem bei der Einbettung schwierigster Stumpfverhältnisse bewährt. Die thermoplastischen Eigenschaften des semiflexiblen Innenschafte wie auch des PETG-Probekontainers erlauben schnelle Aktionen bzw. Reaktionen im Zuge der Anprobe und stellen somit eine problemorientierte Versorgungspraxis dar.

Der wesentliche Fortschritt dieser Technik liegt in einer gesicherten Korrelation zwischen Test- und Definitivschafft. Durch die Integration des definitiven semiflexiblen Innenschafte in die Probeprotese ist ein elementares Transferproblem in der Herstellung thermoplastisch formbarer Prothesenschäfte beseitigt. Das optimierte Anprobeverfahren ersetzt in keinsten Weise das fundierte Fachwissen und handwerkliche Können des Orthopädie-Technikers. Es markiert vielmehr einen weiteren wichtigen Schritt auf dem Weg zu einer bestmöglichen und individuellen Versorgung Oberschenkelamputierter Patienten.



Abb. 8 Definitivschafft mit integriertem Air Contact System.

Der Autor:

*M. Schäfer, OTM
c/o Pohlig GmbH
Grabenstätter Straße 1
83278 Traunstein*

Literatur:

- [1] Baumgartner, R., P. Botta: Amputation und Prothesenversorgung der unteren Extremität, Stuttgart, Enke-Verlag, 1995
- [2] Botta, P.: Ist die querovale Schaftform noch vertretbar? Stuttgart, Gentner-Verlag, Med.Orth.Tech 110 (1990), 252-254
- [3] Bundesfachschule für Orthopädie-Technik, CAT-CAM-Manual, Dortmund, Verlag für Orthopädie-Technik 42, 1991
- [4] Gnauck, B., P. Fründt: Kunststoffchemie 3. Auflage, München, Hanser-Verlag 1991
- [5] Haas, F.: Indikation und Qualitätskontrolle zum CAT-CAM-Schaft, Orthopädie-Technik 44 (1993), 856-863
- [6] Pohlig, K.: CAT-CAM: Technik mit Zukunft, Orthopädie-Technik 46 (1995), 105-110
- [7] Pohlig, K.: Optimierung von Prothesenschäften mit dem Air-Contact-System, Stuttgart Gentner-Verlag, Med.Orth.Tech 114 (1994), 272-276
- [8] Pohlig, K.: Prothesenschäfts-systeme und deren Gestaltungsvarianten für zirkulationsgestörte Oberschenkelamputierte. Orthopädie-Technik 48 (1997), 657-663
- [9] Simona AG: Technisches Handbuch, 2. korrigierte Auflage 9/1993 Simona-AG, Kim

