

Wieder auf den Beinen stehen – moderne Möglichkeiten des Gliedmaßenersatzes

M. Saß, H. H. Aschoff, D.-C. Fischer, S. Märdian

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock

Einleitung

Für O. ist heute ein besonderer Tag. Sie reist von Schneeberg (Sachsen) nach Rostock zum „Aufstellen“, d. h. zum Anpassen ihrer neuen Beinprothese. Diese wurde an die knochenintegrierte Endo-Exo-Prothese angepasst und ermöglicht damit wieder das selbständige Gehen.

Der Verlust einer Gliedmaße kann mannigfaltige Ursachen haben. Die internationale Literatur ist sich einig, dass je proximaler die Amputation einer unteren Extremität erfolgen muss, umso schlechter fällt die resultierende Funktion und Lebensqualität der Patienten aus [1]. In Deutschland sind die häufigsten Indikationen zu Amputationen eine zugrundeliegende periphere arterielle Verschlusskrankheit und Diabetes mellitus [2]. Die Arbeitsgruppe um Walter et al. konnte aber auch zeigen, dass trotz medizinischen Fortschritten der letzten Jahrzehnte die Rate an Amputation weiter ansteigt [2].

Nicht zuletzt aufgrund der weltweit steigenden Anzahl an kriegerischen Auseinandersetzungen, welche mit Extremitätenverlusten einhergehen, sowie der steigenden Amputationsraten aus anderen Gründen ist die Auseinandersetzung mit neuen technisch innovativen Wegen zur Rekonstruktion der verlorenen Extremitäten immanent wichtig.

Der beschriebene Fall zeigt beispielhaft, welche Möglichkeiten heute bestehen, um anhaltende Immobilität zu vermeiden und Patienten nach Verlust einer Extremität ein hohes Maß an Funktion und Lebensqualität zu ermöglichen.

Vorgeschichte

Vorausgegangen war ein tragischer Verlauf, verursacht durch die kriegerische Auseinandersetzung in der Ukraine. Nach initialer Bergung aus dem bombardierten Mariupol mit schwerster Verletzung der rechten unteren Extremität konnten unter widrigen äußeren Umständen die Vitalfunktionen der Patientin stabilisiert und somit ihr Überleben gesichert werden. Dabei war die rechte untere Extremität nicht zu erhalten und musste weit proximal im Oberschenkel amputiert und eine adäquate Stumpfbildung geschaffen werden. Im weiteren Verlauf wurde sie mit ihrer Familie in Deutschland aufgenommen und fand in Schneeberg eine Unterkunft. Hier wurde eine orthopädietechnische Versorgung mit konventioneller Schaftprothese versucht. Aufgrund des extrem kurzen Oberschenkelstumpfes ließ sich jedoch keine sichere Prothesenankopplung realisieren. Die dauerhafte Rollstuhlpflichtigkeit wollte O. jedoch nicht akzeptieren, so dass die Vorstellung an der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock mit der Frage nach einer möglichen osseointegrierten Prothesenversorgung (Endo-Exo-Prothese) erfolgte. Die Analyse zeigte eine Stumpflänge des proximalen Femurs von 5,5 cm, was einerseits die sichere Anpassung einer konventionellen Schaftprothese trotz bester orthopädietechnischer Möglichkeiten unmöglich machte, andererseits aber auch eine nur kurze Verankerungsstrecke für eine osseointegrierte Prothese darstellte (s. Abb. 1).



Abbildung 1: präoperative 3D-Darstellung der durchgeführten Computertomographie (CT). Wie deutlich erkennbar, wurde das Femur sehr weit proximal direkt unter dem Trochanter minor abgesetzt, sodass eine konventionelle prothetische Schaftversorgung nicht möglich war.

Präoperative Planung und Durchführung

Anhand der durchgeführten Dünnschicht-CT-Untersuchung inklusive multiplanarer 3D-Rekonstruktionen wurde zunächst eine computersimulierte Planung erstellt und damit die grundsätzliche Realisierbarkeit einer ossointegrierten Versorgung geprüft. Nachdem diese als realistisch eingeschätzt wurde, erfolgte die Herstellung der patientenspezifischen Implantate durch die Firma OTN Implants Nijmegen, Niederlande.

Nach ausführlicher Aufklärung der Patientin über das operative und rehabilitative Vorgehen, auch über Nachbehandlung und Komplikationsmöglichkeiten willigte sie in das Verfahren ein. Es erfolgte die Fertigung der custom-made-Prothese, die aus einer beschichteten rauen Titanoberfläche besteht und speziell auf die Geometrie der patienteneigenen Anatomie angepasst wurde (s. Abb. 2).



Abbildung 2: 3D-Prothesenplanung durch die Herstellerfirma OTN Implants mit montiertem Doppelkonusadapter

Nach entsprechender Vorbereitung erfolgte die operative Versorgung der Patientin im Juli 2024 in ungestörter Intubationsnarkose. Für eine optimale intraoperative Röntgendarstellung (vor allem der seitlichen Ebene zur korrekten Platzierung der Schenkelhalskomponente) war eine Lagerung auf dem Extensionstisch erforderlich. Dabei wurde die Einstellung der korrekten Ebenen durch die vorliegende Beugekontraktur im Hüftgelenk durch Zug der Psoasmuskulatur nach ventral (s. Abb. 1) erschwert und musste an die individuelle Situation angepasst werden. Nach entsprechender Markraumeröffnung des kurzen proximalen Femurstumpfes und Aufreamen mit den Markraumreamern des Prothesensystems bis zur gewünschten Größe wurde dann ein Probekörper in den eröffneten proximalen Femurmarkraum zur Prüfung der erforderlichen Rotationsausrichtung eingeführt, um eine korrekte Positionierung der Schenkelhalskomponente zu realisieren. Dies erfolgte unter Bildwandlerkontrolle mit entsprechender Markierung der Rotationsausrichtung. Anschließend wurde die Prothesenkomponente in den vorbereiteten Markraum mit primärer press-fit-Verankerung eingeschlagen. Über ein Zielbügelinstrumentarium wurde dann die Schenkelhalskomponente nach Eröffnung des lateralen Kortex ebenfalls press fit bis zur gewünschten Tiefe nach zentral in den Schenkelhals eingeschlagen (analog der Ausrichtung einer Schenkelhalskomponente bei cephalomedullären Marknägeln). Damit waren die intraossär zu verankernden Komponenten der Endo-Exo-Prothese implantiert.

Im Verlauf einer geplanten zweiten Operation wurde das sogenannte Prothesenstoma (Durchtritt der Endo-Exo-Prothese durch das Integument) angelegt und ein Doppelkonusadapter als Verbindungsteil zwischen den unterhalb und oberhalb der Dermis liegenden Prothesenkomponenten angeschraubt. Dieser erlaubt eine sichere Verbindung der Exo-Prothesen-Komponente. Damit war das operative Vorgehen beendet und nach wenigen Tagen war die Entlassung aus der stationären Behandlung möglich.

Zwischenzeitlich wurden bereits die Komponenten der Exo-Prothese durch die Scharpenberg Orthopädie-Technik GmbH Rostock zusammengestellt und vorbereitet, so dass unsere Patientin im September 2024 zur Anpassung der Exo-Prothese mit geplantem „Aufstellen“ auf die Prothese

einbestellt wurde. Klinisch sowie radiologisch zeigte sich guter Prothesensitz, durch eine orthopädietechnische Feinjustierung ließ sich bereits ein flüssigerer Ablauf in der Schwungphase der Prothese erkennen (s. Abb. 3). Damit war das erste „Aufstellen“ ein voller Erfolg.



Abbildung 3: postoperative konventionell-radiologische Kontrolle der Endo-Exo-Prothese. Es zeigt sich ein regelgerechter Prothesensitz in beiden Ebenen mit einer festen Integration ohne Lockerungszeichen.

Zur großen Freude der Patientin war damit erstmalig seit dem tragischen Geschehen in der Ukraine wieder ein aufrechter Gang und Stand möglich (s. Abb. 4). Es folgte dann eine intensive Phase der stationären Rehabilitationsbehandlung, um ein Umgehen mit der neuen Situation zu erlernen sowie die Eigenständigkeit wieder zu erlangen. Die weitere Beratung der Patienten erfolgte sowohl telefonisch als auch über die betreuenden Kollegen der Orthopädietechnik vor Ort. Aktuell wird die Gehstrecke mit ca. 1 km angegeben. Dabei ist die Patientin schmerzfrei aber auf Gehhilfen angewiesen. Durch die Rehabilitation ist aber ein Abtrainieren der Stützen geplant und realistisch.



Abbildung 4: Behandlungsteam von O. beim ersten "Aufstellen" der Patientin. Von links nach rechts: Dipl.-Ing. Ingo Pfefferkorn Orthopädie-Technik Scharpenberg GmbH, Dr. Marko Saß, Patientin O. mit Ehemann, Dr. Horst. H. Aschoff

Diskussion

TOPS – transcutanes osseointegriertes Prothesen System – stellt eine sichere Möglichkeit für gliedmaßenamputierte Patienten dar, insbesondere wenn eine konventionelle Schaftprothesenversorgung nur unzureichend möglich ist (z. B. bei sehr kurzen Reststümpfen) [3, 4]. Es konnte bereits gezeigt werden, dass durch diese Technik sowohl die Lebensqualität als auch die Gangsicherheit der versorgten Patienten verbessert werden kann [5]. Genau wie die konventionelle Schaftprothesenversorgung ist auch das TOPS-Verfahren komplikationsbehaftet (z. B. Stomaimfektionen). Jedoch lässt sich feststellen, dass gegen alle ursprünglichen Annahmen, die Infektionsraten gering sind [6]. Es wird sogar diskutiert, ob nicht ein gewisses Keimspektrum (ähnlich der Besiedelung der Dermis) aufsteigende Infektionen verhindert [6]. Längst ist die TOPS-Versorgung keine Nischenlösung mehr. Das Konzept hat international Anklang gefunden, sodass bereits eine breite Diskussion in der internationalen Literatur über die Etablierung nationaler Programme für TOPS-Versorgungen stattfindet [7]. Darüber hinaus wird auch die operative Technik stetig weiterentwickelt. Jüngst hat eine Arbeitsgruppe aus Spanien einen vielversprechenden Evolutionsschritt der Technik beschrieben, welche eine zweite Operation künftig gegebenenfalls überflüssig macht [8].

Dank der seit mehreren Jahren in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universitätsmedizin Rostock etablierten und durch Dr. Aschoff mit maßgeblicher Expertise begleiteten Versorgungsmöglichkeit mit TOPS lassen sich amputierte Patienten mit unzureichender Möglichkeit der Versorgung mit konventionellen Schaftprothesen mit diesem Verfahren sicher versorgen.

Speziell bei Patienten mit nur sehr kurzen Amputationsstümpfen stellt diese Form der osseointegrierten Verankerung eine Möglichkeit der sicheren Prothesenversorgung mit Wiedererlangen der Gehfähigkeit und der sozialen Reintegration in den Alltag dar.

Auch O. wird ihren Weg in den Alltag wieder finden, nicht zuletzt dank der liebevollen Unterstützung und täglichen Hilfe durch ihren Ehemann.

Literatur

1. Penn-Barwell, J.G., *Outcomes in lower limb amputation following trauma: a systematic review and meta-analysis*. Injury, 2011. **42**(12): p. 1474-9.
2. Walter, N., V. Alt, and M. Rupp, *Lower Limb Amputation Rates in Germany*. Medicina (Kaunas), 2022. **58**(1).
3. Örgel, M., et al., *[Transcutaneous osseointegrated prosthetic systems after major amputation of the lower extremity : A retrospective 3-year analysis]*. Orthopade, 2021. **50**(1): p. 4-13.
4. Aschoff, H.H., et al., *Transcutaneous Osseointegrated Prosthesis Systems (TOPS) for Rehabilitation After Lower Limb Loss: Surgical Pearls*. JBJS Essent Surg Tech, 2024. **14**(1).
5. Örgel, M., et al., *Osseoperception in transcutaneous osseointegrated prosthetic systems (TOPS) after transfemoral amputation: a prospective study*. Arch Orthop Trauma Surg, 2023. **143**(2): p. 603-610.
6. Örgel, M., et al., *Twenty-four months of bacterial colonialization and infection rates in patients with transcutaneous osseointegrated prosthetic systems after lower limb amputation-A prospective analysis*. Front Microbiol, 2022. **13**: p. 1002211.
7. Evans, A.R., et al., *Transcutaneous osseointegration for amputees*. OTA Int, 2024. **7**(2 Suppl): p. e326.
8. Corona, P.S., et al., *Single-stage transcutaneous osseointegrated prosthesis for above-knee amputations including an antibiotic-loaded hydrogel. Preliminary results of a new surgical protocol*. Injury, 2024. **55**(4): p. 111424.