

R. M. Ortiz

## M.A.S.-Konstruktion für Oberschenkelprothesen

M.A.S. Design for Transfemoral Protheses

Einleitend wird kurz die Entstehungsgeschichte des M.A.S.-Schafes (Marlo Anatomical Socket) dargestellt. Anschließend werden die Grundprinzipien der Stumpfneinbettung des M.A.S.-Schafes vorgestellt. Danach werden das kosmetische Erscheinungsbild und zwei Versorgungen beschrieben. Die praktische Umsetzung des M.A.S.-Konzeptes erfordert viel Erfahrung und ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Ohne Schulung und Probeversorgungen vor Ort ist, wie abschließend dargelegt wird, die erfolgreiche Versorgung nach der M.A.S.-Methode nicht möglich.

After reviewing the development history of the Marlo Anatomical Socket (M.A.S.-Socket) the basic principles of socket design and the advantages of the M.A.S. method are described. In this context also the cosmetic appearance is briefly addressed and two case descriptions are presented. The application of the M.A.S. concept in the orthopedic workshop requires a high effort and a large experience. Successful prosthetic management is only possible after having attended instructional courses including experimental fittings.

Während des letzten Jahrhunderts hat es eine schrittweise Entwicklung der Schaftkonstruktionen für Oberschenkelamputierte gegeben, die von der Versorgung mit einfachen Stumpfköchern bis zum Pre-Quad, der quadrilateralen bis zur Sitzbein umgreifenden Konstruktion (IC = Ischial Containment) reichten. Viele Variationen wurden innerhalb der Sitzbein umgreifenden Philosophie vorgeschlagen wie: Sabolich, UCLA, Long, Dominguez Hills und vorgefertigte Ränder wie Ipos, Breakey und andere Ansätze.

Das Konzept anatomischer Schaftformen ist nicht neu. Vor mehr als einem halben Jahrhundert beschrieb Thomas Canty von der U.S. Navy seine Bemühungen, einen anatomisch angepassten Oberschenkelschaft zu entwickeln. Die meisten IC-Schafttechniken enthalten nicht die Konturen des traditionellen Frontaldreiecks, obwohl einige zur Entlastung der Sehne des Adduktor longus an der antero-medialen Ecke einen spitzen Winkel bilden.

Die Einführung der vom Verfasser entwickelten Sitzbein umgreifenden Schaftechnik erfolgte 1986 an der UCLA. In den letzten Jahrzehnten wurde auf Grund langfristiger klinischer Erfahrungen mit Hunderten von Oberschenkelamputierten dieser Ansatz modifiziert. 1999 bestand einer der Patienten auf einem extrem niedrigen posterioren Schaftabschluss, um das kosmetische Erscheinungsbild seines Gesäßes zu verbessern. Überraschenderweise wurde dabei festgestellt, dass es so viel einfacher ist, die Tuberositas ischii und einen Teil des Ramus pubis vollständig zu umfassen, da es in diesem Schaft

keine Unterstützung oder Umfassung des Glutaeus gibt. Um eine bessere Rotationskontrolle zu schaffen, wurde der Frontalbereich des Schafes so modifiziert, dass er der klassischen quadrilateralen Form ähnelt, und die anteriore Wand wurde radikal abgesenkt, um den vollen Umfang der aktiven und passiven Hüftbewegung zu erlauben.

Diese Erfahrung wurde weiter zur Konstruktion des „Marlo Anatomical Socket“ (M.A.S.) genutzt, die dem Oberschenkelamputierten einen außergewöhnlichen Komfort und Bewegungsumfang bietet. M.A.S.-Schäfte umschließen den ischio-pubischen Ramus, um Stabilität auf der Frontalebene zu bieten, ohne dabei gezielten Druck durch die Gewichtsübertragung auszuüben. Zusätzlich zum unbegrenzten Umfang der Hüftbewegung berichteten Patienten, die den M.A.S.-Schaft tragen, über erhöhten Komfort, verbesserte Stabilität und erhöhte Propriozeption im Vergleich zu anderen Oberschenkel-schäften.

### Wie funktioniert das?

Ein Hauptunterschied zwischen der Sitzbein umgreifenden Methode und der M.A.S.-Konstruktion ist, dass der Sitzbein umgreifende Schaft die Tuberositas ischii und das aufsteigende posteriore Sitzbein vollständig einschließt. Bei der M.A.S.-Konstruktion hingegen liegt die Beckenumfassung so weit anterior wie möglich über der medialen Ansicht des ischio-pubischen Ramus. Dies bewirkt eine exzellente Umfassung während der mittleren Standphase, was die Stabilität in der Frontalebene verbessert. Die Konstruktion des Sitzbein umgrei-

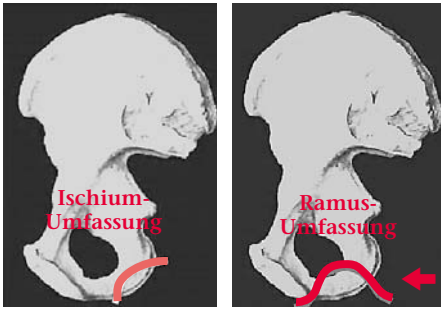


Abb. 1 Prinzip der Ischium-Ramus-Umfassung.

fenden Schaftes mit eher posteriorer Umfassung bedeutet, dass das Sitzbein bei der Abstützung auf einem Bein viel früher aus dem Schaft heraustritt, was die Stabilität in der Frontalebene verringert. Die superiore Stabilisation der M.A.S.-Konstruktion wird dadurch ermöglicht, dass die proximo-laterale Wand während des gesamten Gangzyklus seitlich in Kontakt mit der Haut bleibt, ohne dass ein sichtbarer Spalt entsteht. Es ist wichtig anzumerken, dass der Teil des M.A.S.-Schaftes, der Sitzbein und Ramus umfasst, nicht sehr weit ins Perineum hineinragt: Die Höhe der Sitzbein-Ramus-Umfassung beträgt typischerweise zwei bis 3,5 cm proximal der Spitze des Sitzbeins, während die Breite nicht mehr als fünf bis sechs cm beträgt (Abb. 1).

## Die drei Prinzipien des M.A.S.

Es gibt drei fundamentale Prinzipien, die wesentlich sind für den Aufbau eines M.A.S.-Schaftes. Um ein gutes Endergebnis zu erhalten, muss der Orthopädie-Techniker diese Prinzipien der Reihe nach beachten.

1. Die triplanare Kongruenz ist das erste Prinzip. Das bedeutet, dass die Konturen des ischio-ramalen Komplexes genau im medialen „Ohr“ des Schaftes erfasst werden müssen.

Dies wird erreicht, wenn der Winkel von der ischio-ramalen Umfassung zur Progressionslinie, die Neigung des Ramus und die Position der unteren Umfassung genau auf die Beckenkonturen des Patienten abgestimmt sind (Abb. 2).

Das Grundkonzept dieser Konstruktion ist die Umfassung des Ramus, ohne diesen einzuschrän-

ken. Es ist zwingend erforderlich, den Winkel des Patienten zwischen der Umfassung von Sitzbein und Ramus und der Fortbewegungsrichtung (Line of Progression, LOP) genau im Gipsabdruck zu erfassen und auf den Schaft zu übertragen. Die Winkel variieren im Durchschnitt zwischen 25 und 30 Grad bei Männern und 30 bis 35 Grad bei Frauen, wobei es einige Patienten mit spitzeren oder stumpferen Winkeln gibt (Abb. 3). Der Komfort für den Patienten beruht auf der Kongruenz zwischen dem Ramus-Winkel und der medialen Schaftwand. Die Neigung des medialen „Schaftohres“ hin zur Mittellinie sollte zwischen zehn und 15 Grad betragen, um eine Einschränkung der Umfassung von Sitzbein und Ramus zu verhindern. Die Breite des unteren Umfassungsabsatzes

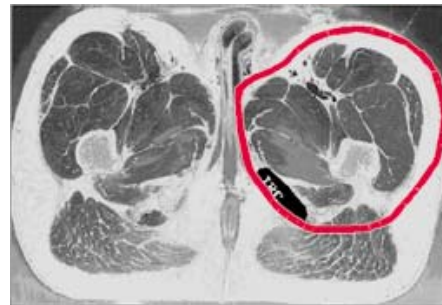


Abb. 2 Einbettung des Ischiums und des Ramus im M.A.S.-Schaft.

beträgt typischerweise ein cm, variiert jedoch je nach Tonus der Adduktoren Muskeln. Die mediale Schaftwand stellt eine Gegenkraft dar, so dass der Schaft, wenn die Adduktoren kontrahiert werden, leicht zur Mittellinie hin verschoben wird. Dies reduziert den Druck auf die Umfassung von Sitzbein und Ramus, wenn die Muskeln sich während der Standphasenmitte kontrahieren.

Das klinische Ziel ist, alle Kräfte im Schaft so zu verteilen, dass der Patient beim Stehen auf beiden Beinen keinen lokalisierten Druck auf die Umfassung wahrnimmt. Um langfristig ein erfolgreiches Ergebnis zu erzielen, muss die Einbettung von Sitzbein und Ramus innerhalb des M.A.S.-Schaftes so gearbeitet sein, dass jeglicher Druck auf die Schaftwand unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Amputierten liegt. Wenn der Amputierte irgendwo entlang des medialen Beckens eine Druckerhöhung fest-

stellen kann, ist das Ergebnis kein M.A.S.-Schaft.

2. Das Ausbalancieren von drei proximalen Kraftvektoren ist das zweite wesentliche Prinzip. Das bedeutet, dass die Umfassung von Sitzbein und Ramus innerhalb des „Schaftohres“ ohne Lastübertragung auf den Ramus „aufschwimmt“ (Abb. 4).

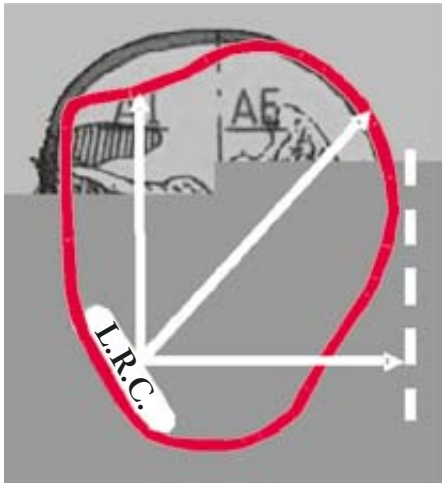
Der AP-Kraftvektor ist anatomisch von der Tuberositas ischii zur Oberfläche der Sehne des Adductor longus gerichtet. Der skeletale ML-Kraftvektor ist von der medialen Ansicht des Ramus auf Höhe der Tuberositas ischii zum Bereich des Femur unterhalb des Trochanters gerichtet. Die entsprechenden beiden Maße werden routinemäßig bei Sitzbein umgreifenden Schäften genommen. Aber selbst wenn diese beiden Maße korrekt vorliegen, reichen sie nicht aus, um die Umfassung von Sitzbein und Ramus innerhalb des „Schaftohres“ zu stabilisieren.

Der diagonale ML-Kraftvektor (DML-Vektor) wird senkrecht zum Winkel der Umfassung von Sitzbein und Ramus gemessen, und zwar von der medialen Ansicht des Ramus auf Höhe der Tuberositas ischii zum M. rektus femoris an der antero-lateralen Ansicht des Stumpfes. Erst wenn die AP, ML- und DML-Vektoren genau „ausbalanciert“ sind, werden Sitzbein und Ramus innerhalb des medialen „Ohres“ beim Gehen „aufschwimmen“. Selbst sehr kleine Veränderungen an einem dieser Maße können eine deutliche Auswirkung auf die Position von Sitzbein und Ramus im entsprechenden Bereich des Schaftes haben.

Diese drei Kraftvektoren sind Schlüsseldeterminanten für die anatomische Form des Schaftes, die nicht nur mit den Beckenknochen des Patienten übereinstimmen müssen, sondern auch mit seinen Muskelkonturen.



Abb. 3 Winkel zwischen Ischium-Ramus-Umfassung (IRC) und Fortbewegungsrichtung (LOP).



**Abb. 4** Von der Ischium-Ramus-Umfassung erzeugte Reaktionskraft und ihre Komponenten in sagittaler und frontaler Richtung.

Einer der kritischsten Punkte bei der Schaffform ist die Kongruenz zwischen der posterioren „U“-Form des Schaftes, die für den Kanal für den Quadrizeps und den Winkel der Umfassung von Sitzbein und Ramus maßgebend ist. Das Positivmodell sollte modifiziert werden, indem man lateral dem Randverlauf folgt, so dass der postero-laterale Sulcus einen flachen oder konkaven Querschnitt hat, um den Verlust von Saugkraft zu verhindern und die Stabilisierung des Femurschaftes zu unterstützen. Der Bereich entlang des Femurschaftes wird abgeflacht, um ihn in einer adduzierten Position zu stabilisieren. Der Muskelkanal des M. rektus femoris hat eine tiefe und halbrunde Kontur, die der muskulären Situation des Amputierten entspricht. Der Bereich des Frontaldreiecks ist breit und flach und kann aussehen, als ob er im Verhältnis zur Progressionslinie nach innen gedreht ist. Diese Konturen helfen auch bei der Rotationskontrolle des Schaftes. Es besteht eine deutliche Entlastung für die Muskulatur und Sehne des Adduktor longus in der medialen Ecke des Schaftes, die auch überschüssiges Gewebe aufnehmen kann, das aufgrund von Volumenveränderungen entsteht; dieser Bereich hat keine biomechanische Auswirkung im Schaft.

3. Nur wenn die richtige Balance zwischen den drei Kraftvektoren besteht, erreicht man eine leichte Zugspannung, die eine quasi hydrostatische Lastübertragung über die gesamte Oberfläche ermöglicht

(Abb. 5). Die Ausbuchtungen sollten einen großen Radius um den Rand herum haben, so dass der Patient keinen lokalen Druck bemerkt.

## Schafttrandkonturen

Der Schafttrand eines typischen Sitzbein umgreifenden Schaftes liegt normalerweise proximal zur Sitzbeinhöhe. Die mediale Wand ist im Allgemeinen abgesenkt, um Druck auf den Ramus zu vermeiden, und die mediale Wand bietet in gewissem Maße Unterstützung für den Glutaeus.

Bei der M.A.S.-Konstruktion enden die posterioren und anterioren Wände unterhalb der Sitzbeinhöhe. Im typischen Fall liegt der



**Abb. 5** Der M.A.S.-Schaft ermöglicht eine quasi-hydrostatische Kraftübertragung zwischen Stumpf und Schaft.

posteriore Schafttrand bei Männern 1,5 cm unterhalb der Tuberositas ischii, bei Frauen drei cm. Der anteriore Rand liegt sechs mm höher als die Sitzbeinhöhe nahe dem antero-superioren Darmbein (Abb. 6). Die antero-laterale Kontur ist kritisch, da die primäre medio-laterale Stabilität von der eng anliegenden Passform zwischen dem medialen Ramus und der antero-lateralen Schaftwand abhängt.

## Vorteile

Amputierte berichten, dass die völlig andere M.A.S.-Konstruktion für Oberschenkelschäfte Vorteile wie die Folgenden bietet:

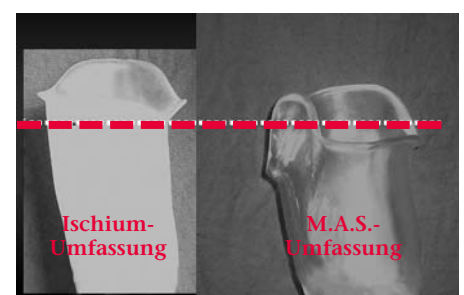
- Erhöhung des Sitzkomforts,
- leicht anzulegen (verringerte Einschränkung proximal),
- unbegrenzter Bewegungsumfang für das Hüftgelenk – einschließlich externer Hüftrotation,
- verbesserte Kontrolle der Prothese,
- verbesserte Stabilität,
- verbesserte Propriozeption,
- besseres kosmetisches Erscheinungsbild.

## Bewegungsumfang

Beim M.A.S.-Schaft gibt es fast keine Einschränkung des Bewegungsumfanges der Hüfte, der Flexion, der Extension, der Abduktion und der Adduktion. Diese Freiheit erlaubt dem Patienten, seine täglichen Aktivitäten zu erhöhen, wie den Gebrauch verschiedener Übungsgeräte im Fitnessstudio. Die Rotation des Hüftgelenks wird nicht vom Schaft begrenzt, und viele Patienten können mit gekreuzten Beinen sitzen, ohne einen Rotationsadapter zu benötigen, um die Prothese auf das Prothesenknie zu legen.

## Prothesenkontrolle

Amputierte berichten übereinstimmend, dass der M.A.S.-Schaft die beste Prothesenkontrolle bietet, die sie je ausprobiert haben. Es gibt keinen Trendelenburg-Effekt, die Gangbasis ist schmal, es gibt keine offensichtliche Rotationsinstabilität, und die Patienten gehen mit gleichmäßiger Schrittlänge und zeigen einen entspannten, symmetrischen Armschwung. Diese Eigenschaften wurden in zahlreichen digitalen Video-Clips dokumentiert.



**Abb. 6** Oberer Rand des M.A.S.-Schaftes im Vergleich zum längsovalen Schaft.

## Kosmetisches Erscheinungsbild

Einer der zusätzlichen Vorteile der M.A.S.-Konstruktion ist das außergewöhnlich gute kosmetische Erscheinungsbild, bei dem die Schaftrandkonturen unmerklich unter der Kleidung des Patienten liegen. Die posteriore Wand endet meist auf der Höhe der Gesäßfalte. Dies verbessert das kosmetische Erscheinungsbild, da das Gesäß nicht vom Schaft angehoben wird. Amputierte erwähnen auch den zusätzlichen Komfort, da sie auf ihrer Gesäßmuskulatur sitzen und nicht auf einem harten Schaftrand. Bei sehr kurzen Stümpfen kann es notwendig sein, den posterioren Rand höher als normal zu halten, um zusätzliche Unterstützung zu bieten.

## Fallbeschreibungen

Der Autor hat mehr als 250 Versorgungen von Amputierten mit dem M.A.S.-Schaft bei verschiedenen Oberschenkel-Amputationshöhen und unterschiedlichem Aktivitätsgrad durchgeführt, wobei verschiedene Techniken zur Stumpfhaltung benutzt wurden, unter anderem die volle Saugkraft mit einem Ventil, aufzurollende Verschlussliner oder eine hypobare Membran. Fallbeschreibungen werden angeboten, um die Vorteile dieser Schaftkonstruktion deutlich zu machen. Ein Stumpf mit sehr kurzem Oberschenkelknochen fast auf Höhe der Gesäßfalte, wurde mit einem Saugschaft versorgt, selbst bei einer Hüftflexion von 140 Grad entstand kein Haftungsverlust. Dies gab dem Patienten so viel Selbstvertrauen, dass er sich entschloss, keinen zusätzlichen Haltegurt zu tragen.

Auch beidseitig Amputierte kommen mit dem M.A.S.-Schaft gut zurecht. Da diese Patienten nur kurze Zeit laufen, ist es ein beträchtlicher Vorteil gegenüber anderen Konstruktionen, dass sie auf ihrem eigenen Gesäß sitzen können und nicht auf dem Schaftrand. Der Umfang der Hüftflexion hängt nur von der Flexibilität des Patienten und der Länge des Stumpfes ab. Die Fähigkeit, ein Bein über das andere zu legen oder mit gekreuzten Beinen zu sitzen, ist ein weiterer Vorteil, der auch für doppelseitig Amputierte gilt. Der Schaft macht ein Rotationselement mit

Sperre proximal des Prothesenkniees überflüssig.

Bei männlichen Patienten macht der kleine Winkel zwischen der Umfassung von Sitzbein und Ramus und der Fortbewegungsrichtung (siehe Abb. 3) die Versorgung besonders schwierig.

Der M.A.S.-Schaft ist nicht einfach in der Versorgung, da er die strikte Einhaltung von Details und viele Probeschäfte erfordert. Der beste Weg zur sicheren Beherrschung des Konzepts ist die Teilnahme an einem M.A.S.-Seminar und die Versorgung mehrerer Patienten am Ort, um von dieser Erfahrung zu lernen. Es ist kaum möglich, die M.A.S.-Methode zu erlernen, indem man die ihr zugrunde liegende Philosophie liest oder Fotos bzw. Video-Clips betrachtet. Diese Schaftkonstruktion passt entweder perfekt oder gar nicht; es gibt keinen „M.A.S.-ähnlichen“ Schaft. Man sieht viele Pseudo-M.A.S.-Schäfte, die nicht passen oder richtig funktionieren, und natürlich beklagen sich die Patienten und lehnen den Schaft ab. Ein erfahrener Orthopädie-Techniker benötigt normalerweise zwei bis drei Probeschäfte, um einen richtig sitzenden M.A.S.-Schaft für unkomplizierte Fälle herzustellen. Für komplizierte Fälle braucht man mehr Probeschäfte.

Fast alle Oberschenkelamputierten können potenziell von der M.A.S.-Schaftkonstruktion profitieren. Zwei Ausnahmen sind die Patienten, die so an ihre alte Schaftform gewöhnt sind, dass sie nicht wechseln wollen, und die Patienten, die kein genaues Feedback geben können. Der passgenau sitzende M.A.S.-Schaft erfordert eine gute Kommunikation zwischen dem Amputierten und dem Orthopädie-Techniker, um langfristig ein gutes Ergebnis zu erzielen. Deutliche Volumenveränderungen im Stumpf machen es schwierig, ein gutes Ergebnis zu erhalten.

Trotz der zusätzlichen Zeit und des erhöhten Aufwands, die für die Schaffung eines passgenau sitzenden M.A.S.-Schaftes erforderlich sind, sind die Vorteile, die im Bezug auf Komfort, kosmetisches Erscheinungsbild und Kontrolle erreicht werden, für die Lebensqualität von Oberschenkelamputierten beträchtlich.

### Der Autor:

R. Marlo Ortiz

c/o Ortiz Internacional S.A. de C.V.

Avenida Federalismo Sur 824

Guadalajara Jalisco, 44190

México

E-Mail: ortizinter@prodigy.net.mx

### Literatur:

- [1] Belitz, G.: Kopernikanische Wende, Erfahrungen mit dem M.A.S. Schaft, HANDICAP 4, 2004
- [2] Fairley, M.: M.A.S. Socket: A Transfemoral Revolution, O&P Journal, 6, 2004
- [3] Gottinger, F.: Erfahrungen mit der M.A.S. Technologie, Orthopädie-Technik 56 (2005), 111-117
- [4] Pike, A.: A new Concept in Above Knee Socket Design, O&P Journal 11, 2002
- [5] Piro, M.: Keeps the M.A.S. Socket what it promises? Orthopädie-Technik 57 (2006), 348-357

### OT 4/07 enthält folgende Beilagen:

- Igli, Troisdorf
- medi Bayreuth
- Otto Bock, Duderstadt
- BIV-Flyer
- BUFA-Flyer
- Bestellformular Polytragetaschen

Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung.