

M. Seifert

Tratamiento ortoprotésico del miembro superior – una prótesis transhumeral con control mioeléctrico como obra maestra

Upper Limb Prosthetics – a Myoelectric-Controlled Upper Arm Prosthesis as Masterpiece

El desafío fundamental de cualquier tratamiento protésico del miembro superior reside en combinar el aspecto estético y la función de la prótesis de tal modo que las pérdidas en ambos planos sean lo más reducidas posible. La compatibilidad de los diferentes componentes posibles brinda al técnico amplias posibilidades de crear un tratamiento ortoprotésico óptimo e individualizado para cada paciente. La creatividad, la perseverancia en el desarrollo de enfoques para soluciones detallados y la valentía para poner en práctica de forma concreta nuevas ideas son las herramientas de las que el técnico dispone para lograrlo. El tratamiento protésico transhumeral presentado en este artículo fue concebido y fabricado dentro del marco del examen de maestría de la Escuela alemana de técnica ortopédica (BUFA) y posteriormente presentado en febrero de 2015 al Comité examinador de maestría de la Cámara de artesanos de Dortmund (HWK). Las dificultades especiales que debían superarse eran tanto las condiciones del muñón como también la concreción de los objetivos perseguidos y de los deseos del paciente.

Palabras clave: miembro superior, prótesis transhumeral, estándar de calidad, técnica de encaje de silicona, obra maestra

The fundamental challenge of every upper limb prosthesis is to combine the appearance and function of the prosthesis in a way that ensures the fewest possible deficits in either category. The compatibility of the various components that are available gives the technician ample scope to custom design the optimal solution for each patient. Creativity, the patience to develop detailed approaches to the solution, and courage to incorporate new

ideas are the technician's tools. The upper arm prosthesis described in this article was planned, produced, and presented to the examination committee of the Dortmund Chamber of Trade for the master craftsman examination at the Federal College of Orthopaedics Technology (BUFA) in February 2015. The condition of the residual limb and implementation of specific goals and patient requests presented particular difficulties.

Key words: upper limb, upper arm prosthesis, quality standard, silicone socket technology, masterpiece

Presentación del paciente

El paciente de 60 años con amputación transhumeral cuenta con años de experiencia en el uso de una prótesis mioeléctrica. Las condiciones del muñón son las siguientes: el muñón transhumeral situado en el lado derecho (fig. 1a y b) presenta dos señales mioeléctricas altas y claramente diferenciables. El paciente debe recibir un tratamiento ortoprotésico con una prótesis transhumeral mioeléctrica con encaje de contacto total de silicona HTV, un codo "Dynamic-Arm", una muñeca "MyoWrist 2 Act" y una mano "Vari Plus Speed".

Objetivos del tratamiento ortoprotésico

Los objetivos fundamentales que debía cumplir el tratamiento ortoprotésico eran adaptarse al aspecto fisiológico y restablecer las funciones del brazo y de la mano. En el punto de mira estaban los siguientes aspectos:

- mejorar el confort del encaje,
- ofrecer una funda cosmética natural a la vista y al tacto,
- poner en práctica el control de la prótesis,

- llevar a cabo de un modo seguro el movimiento de agarre,
- permitir el agarre con ambas manos,
- asegurar/permitir actividades cotidianas,
- evitar/reducir movimientos compensatorios no fisiológicos,
- evitar/reducir la sobrecarga de la extremidad contralateral y
- evitar lesiones posturales [1].

Debido al tamaño corto del muñón fue imprescindible recurrir a un soporte axilar formado anatómicamente a partir de un molde de yeso y que abarcaba el hombro del lado contralateral. Este soporte debía resultar tanto agradable al llevar como también fácil de abrir y de cerrar. Para armonizar la apariencia general y lograr un aspecto discreto con la prótesis, el soporte debía pasar desapercibido debajo de la ropa.

La posibilidad de regular manualmente la muñeca MyoWrist-2 Act, que puede moverse en dirección de flexión palmar y de extensión dorsal, permite un posicionamiento previo prácticamente fisiológico de la mano en actividades cotidianas (p. ej., agarrar con seguridad objetos de diferentes formas y a diferentes alturas o girar objetos agarrados). Esta dirección de movimiento contribuye a reducir o evitar los movimientos compensatorios no fisiológicos de la cintura escapular y de la parte superior del cuerpo [1].

Preparación del tratamiento ortoprotésico

El control del codo y de la mano se realiza a través de señales mioeléctricas tomadas del músculo bíceps braquial y del tríceps braquial mediante electrodos. La búsqueda de los puntos óptimos para los electrodos resultó sumamente complicada debido al tamaño corto del muñón y a las cicatrices. Sin embargo, al realizar la prueba con el equipo de medi-

ción de tensión muscular “MyoBoy” se detectaron potenciales musculares suficientemente altos y claramente diferenciables para poder controlar la prótesis de un modo proporcional.

Asimismo, el paciente fue capaz de realizar una cocontracción, esto es, una contracción simultánea de ambos músculos. Esta función es necesaria para garantizar el cambio en los diferentes niveles del codo y de la mano. En este caso, por tanto, es posible prescindir de un elemento de control lineal que debería emplazarse en el soporte. De este modo, el usuario de la prótesis tiene a su disposición un total de seis funciones activas (extensión y flexión del codo, apertura y cierre de la mano, supinación y pronación de la muñeca) y dos pasivas (flexión palmar y extensión dorsal de la muñeca).

Fase de encaje de prueba

Al elaborar el molde de yeso, los puntos de contacto definidos para los electrodos se marcaron en la piel y se transfirieron. El molde se realizó según las directrices de la BUFA: se prestó una especial atención a conseguir una forma ovalada alargada, a abarcar la apófisis coracoides y a disponer de una placa delantera y trasera de elevación para garantizar la estabilidad de la rotación (fig. 2a y b). Seguidamente se elaboró el primer encaje de prueba.

Con el fin de poder fijar la prótesis al cuerpo de la mejor manera posible debía adaptarse un encaje de contacto total. No obstante, debido al tamaño corto del muñón, solo fue posible alcanzar el objetivo perseguido y, con ello, la forma del encaje y el ajuste óptimos en pequeños pasos y con diversos encajes de prueba. El principal problema residía en la definición de la longitud del encaje, la altura de la posición axilar medial y la adaptación del volumen (fig. 3).

Una vez definida la forma, se colocaron los electrodos en el encaje de prueba, y se comprobaron de nuevo las señales mioeléctricas. Fue preciso desplazar ligeramente los puntos de contacto de los electrodos, puesto que el uso del encaje de contacto total puso de manifiesto la necesidad de otro posicionamiento de los electrodos. A continuación, se determinaron los puntos de fijación del soporte en el encaje protésico que se dispusieron a la altura del punto de giro de la cabeza humeral. De este modo se garantiza la posición óptima para la movilidad del hombro contralateral sin tener que asumir pérdidas funcionales en el control de la prótesis.

Fabricación definitiva

Tomando como base el encaje de prueba pudo fabricarse un encaje interior de silicona HTV con una dureza Shore baja. La técnica de silicona ofrece un sistema

de encaje resistente y congruente tanto en la forma como en el volumen con un comportamiento de adaptación flexible y posibilidades de almohadillado de dureza variable, una elevada adhesión y propiedades de los materiales higiénicas y de tolerancia cutánea [1].

En los puntos de fijación del soporte se introdujeron placas embellecedoras rosadas. El encaje interior de silicona HTV se moldeó creando así una base de forma estable para los posteriores procesos de fabricación de la prótesis transhumeral. Fue posible determinar la alineación vertical teniendo en cuenta la anteversión y la abducción del muñón (fig. 4a y b). El codo Dynamic-Arm se fijó en la espuma rígida acortada conforme a la longitud adaptada fisiológicamente. Seguidamente se procedió a alinear verticalmente las partes superior e inferior del brazo en el plano frontal y sagital directamente en el paciente. De este modo, durante la prueba pudo estipularse tanto la posición óptima como también la longitud del brazo determinada por el lado contralateral. Lo importante aquí fue controlar una vez más la funcionalidad de los componentes del brazo y programar los diferentes elementos junto con el paciente en el software correspondiente.

Fue indispensable realizar un tratamiento ortoprotésico de prueba para comprobar y optimizar el alineamiento estático, la simetría corporal y la función [1].



Fig. 1a y b
Condiciones del muñón.

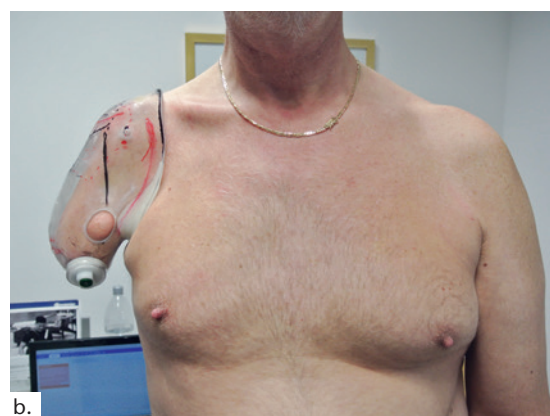


Fig. 2a y b
Fase de encaje de prueba.

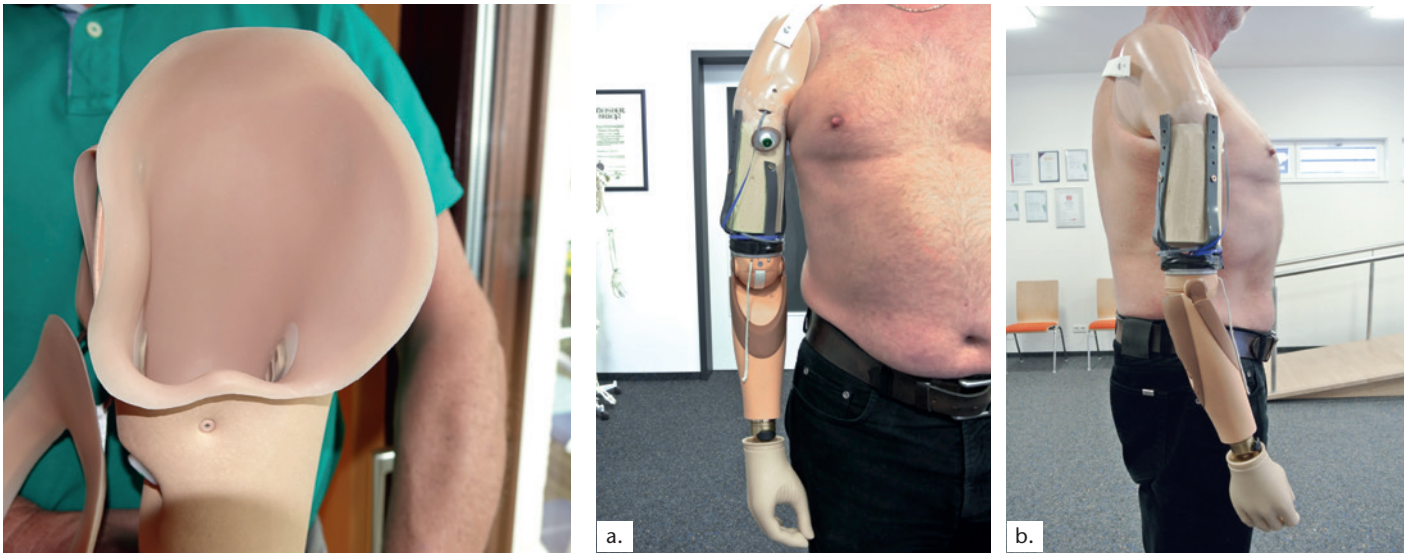


Fig. 3 (a. i.)
Forma del en-
caje.

Fig. 4a y b
(a. d.) Alinea-
miento vertical.

Fig. 5 (i.)
Cono de espuma.

Fig. 6 (d.)
Compensación
cosmética.

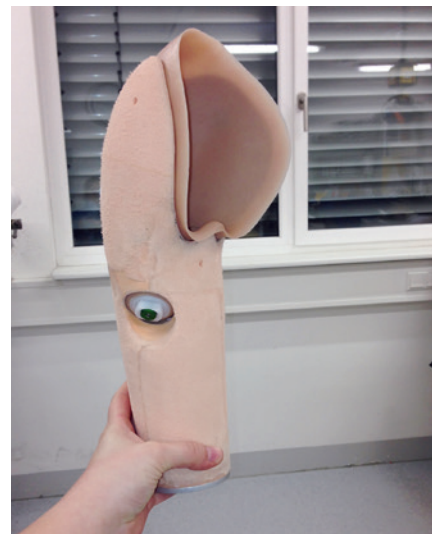


Fig. 7a y b
Ejecución anular.



Fig. 8a y b
Cierre magnético.



Fig. 9a-c Resultado final.

A continuación, se unió la posición determinada de la parte superior del brazo con el anillo de laminar del codo Dynamic-Arm, tras lo cual el cono de espuma rectificadora se moldeó conforme a las especificaciones del fabricante (fig. 5). Tras el proceso de laminado se liberó el anillo de laminar, y se repasaron los bordes del encaje.

Funda cosmética

Seguidamente se procedió a la compensación cosmética: mediante el acolchado del marco fijo de resina colada se logró un tacto más suave y una sensación más agradable al contacto con la parte exterior. Para completar el resultado, la parte inferior del brazo también se dotó de una compensación cosmética desmontable de textura combinada dura y blanda (fig. 6), y todos los componentes se revistieron con SuperSkin.

Soporte para el hombro

Unas correas para el hombro de silicona HTV que abarquen la axila, sean lo más discretas posible y presenten una forma anatómicamente confortable satisfarán los requisitos necesarios para utilizar la prótesis durante todo el día [1]. El principal reto consistía en distribuir la fuerza homogéneamente en el hombro contralateral. Para poder garantizarlo, durante las diferentes pruebas efectuadas de colocación del soporte se determinó el recorrido de las correas del soporte que más agradable y armonioso resultara para el paciente. De este modo se convino una ejecución anular con la que, por un lado, el hombro quedaba libremente móvil y, por otro, la fuerza de tracción se reducía a través de la capa de la espalda (fig. 7a y b).

Además debía crearse un nuevo sistema de cierre que permitiera un manejo

sencillo para abrir y cerrar el soporte. Tal y como se ha mencionado anteriormente, la reducción de la sobrecarga de la extremidad contralateral constituía otro aspecto importante a tener en cuenta. En este contexto surgió la idea de utilizar un cierre magnético (fig. 8a y b). Superponiendo simplemente los extremos del soporte, el cierre se fija por medio de los imanes integrados. Las cintas de velcro estrechas utilizadas contrarrestan las fuerzas de cizalladura resultantes. La integración de los imanes a diferentes alturas permite al paciente cerrar el soporte con un grado mayor o menor de ajuste. De este modo, al sentarse relajadamente, el soporte puede aflojarse ligeramente, mientras que en caso de uso intenso resulta agradable un ajuste más firme.

Funciones del brazo y técnica de colocación

Una vez concluida la prótesis y realizado su montaje final, se comprobó la funcionalidad tanto de los componentes electrónicos como de los mecánicos. Se procedió a programar individualmente y a ajustar con precisión todos los componentes del brazo. La prótesis se coloca introduciendo las partes blandas en el encaje con un dispositivo auxiliar de colocación. Para ello, se prepara dicho dispositivo y se sitúa sobre el muñón. Una prolongación de la cinta facilita la introducción de la bolsa de colocación a través de la abertura distal. Es preciso verificar que las partes blandas se introduzcan en el sistema de encaje con una tracción homogénea. Por último se enrosca la válvula del encaje.

Conclusión

El tratamiento ortoprotésico durante las tres semanas de la fase de examen de maestría fue un proceso caracterizado

por las numerosas soluciones detalladas. Los múltiples enfoques creativos y consideraciones previas y durante el alineamiento permitieron crear en última instancia la prótesis transhumeral con control mioeléctrico aquí presentada (fig. 9a-c). Para todo técnico constituye un gran desafío fabricar en condiciones cotidianas una prótesis de brazo funcional, adaptada con precisión y estética. A menudo, la presión de los plazos a cumplir y el factor económico inhiben la libertad de probar con detenimiento y poner en práctica ideas nuevas. En nuestro caso, el tratamiento ortoprotésico conforme al estándar de calidad de la prótesis del brazo ha demostrado su eficacia y debe encontrar su lugar en nuestro sector. No debemos olvidar que son los pacientes al fin y al cabo los que se benefician de forma duradera de esta estructura definida y de los parámetros de calidad estipulados. Este trabajo muestra que pequeñas soluciones con un nuevo enfoque son capaces de convertir un tratamiento ortoprotésico cotidiano en una obra maestra.

La autora:

Mona Seifert

Maestra técnica licenciada en ortopedia

Seifert Technische Orthopädie GmbH

Tulpenbaumallee 2a

79189 Bad Krozingen

m.seifert@seifert-to.de

Aportación revisada / reviewed paper

Bibliografía:

- [1] Verein zur Qualitätssicherung in der Armprothetik e. V. (Hrsg.). Compendium Qualitätsstandard im Bereich Prothetik der oberen Extremität. Dortmund: Verlag Orthopädie-Technik, 2014: 240-245