

**CIENCIAMATRIA**

**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**

Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

[10.35381/cm.v10i2.1404](https://doi.org/10.35381/cm.v10i2.1404)

**Desarrollo de férula antiequino en PLA y ABS con herramientas CAD/CAE**

**Development of an anti-equin splint in PLA and ABS with CAD/CAE tools**

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo

[analhiviteri@gmail.com](mailto:analhiviteri@gmail.com)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0009-0008-8853-6825>

Giovanny Vinicio Pineda-Silva

[ua.giovannypineda@uniandes.edu.ec](mailto:ua.giovannypineda@uniandes.edu.ec)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-4159-2156>

Juan Pablo Muquinche-Puca

[jp.muquinche@gmail.com](mailto:jp.muquinche@gmail.com)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-5286-4076>

Edwin Fabricio Lozada-Torres

[direccionsoftware@uniandes.edu.ec](mailto:direccionsoftware@uniandes.edu.ec)

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua  
Ecuador

<https://orcid.org/0009-0008-3640-445X>

Recibido: 15 de mayo 2023

Revisado: 15 de junio 2024

Aprobado: 15 de septiembre 2024

Publicado: 01 de octubre 2024

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

## RESUMEN

El objetivo general de la investigación es escribir el desarrollo de férula antiequino en PLA y ABS con herramientas CAD/CAE. El método que se desarrolló en la presente investigación se apoyó en el enfoque cuantitativo, recurriendo a la tipología documental-bibliográfica, lo que permitió establecer el análisis del objeto de estudio. La investigación adoptó dicho enfoque, utilizando software CAD/CAE para evaluar esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en función de las propiedades de los materiales estudiados. El estudio, además, fue de tipo descriptivo, detallando minuciosamente las características y propiedades del diseño de la férula antiequino, mediante software CAD/CAE. Se concluye que, el uso de software CAD/CAE en el diseño de férulas antiequino representa un avance significativo en el campo de la ortopedia. Esta tecnología permite crear dispositivos que se ajustan con mayor precisión a la anatomía única de cada paciente, lo que resulta en un tratamiento más eficaz para la deformidad en equino.

**Descriptores:** Salud; ingeniería; tecnología médica. (Tesauro UNESCO).

## ABSTRACT

The general objective of the research was to describe the development of an anti-equine splint in PLA and ABS with CAD/CAE tools. The method developed in this research was based on the quantitative approach, resorting to the documentary-bibliographic typology, which allowed establishing the analysis of the object of study. The research adopted this approach, using CAD/CAE software to evaluate stresses, displacements and deformations according to the properties of the materials studied. The study was also descriptive, detailing in detail the characteristics and properties of the design of the anti-equine splint, using CAD/CAE software. It is concluded that the use of CAD/CAE software in the design of anti-equine splints represents a significant advance in the field of orthopedics. This technology allows the creation of devices that more precisely fit the unique anatomy of each patient, resulting in more effective treatment for equine deformity.

**Descriptors:** Health; engineering; medical technology. (UNESCO Thesaurus).

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

## **INTRODUCCIÓN**

La ortopedia en Ecuador ha experimentado un avance significativo gracias a la aplicación de la ingeniería biomédica. Esta área ha cobrado relevancia, debido al aumento en la necesidad de alternativas novedosas para elevar el bienestar de quienes requieren atención ortopédica; en tal sentido, las lesiones en el pie y el tobillo son comunes en diversos ámbitos, como el deporte, los accidentes y las enfermedades neuromusculares. Una de las principales complicaciones en estas afecciones es la deformidad en equino, que se caracteriza por una flexión plantar excesiva del pie (Sclavos et al., 2023).

Además, la deformidad en equino puede ocurrir como consecuencia de lesiones en los músculos, tendones o nervios que controlan la flexión dorsal del pie; si no se trata adecuadamente, puede provocar problemas a largo plazo como deformidades óseas, úlceras por presión y dificultades para caminar (Kane et al., 2020). En contraste, durante la fase de contacto del pie en su fase de caída, este rozará el suelo en vez de aterrizar correctamente, aumentando la presión en la pierna, debido a la incapacidad del pie para soportar el peso del cuerpo durante las transiciones entre fases.

Por lo cual, la AFO (órtesis de tobillo-pie) es eficaz para corregir el ciclo desorganizado de la marcha que se presenta en la caída del pie; el ciclo de la marcha normal se caracteriza por el contacto inicial y el despegue del pie, seguido por la fase de oscilación, en la que se mueve hacia adelante sin tocar el suelo por un tiempo determinado (Ali et al., 2021). Por lo general, la órtesis de tobillo-pie tiene una forma de "L", con la parte vertical situada en la parte trasera de la pantorrilla y el componente horizontal unido a la suela. Existen dos tipos de órtesis de tobillo-pie: AFO articulada y AFO no articulada. La órtesis articulada tiene coyunturas mecánicamente ajustables en el tobillo, lo que permite la flexibilidad del tobillo hacia arriba o hacia abajo durante la marcha (Roach et al., 2019); no obstante, es masiva, engorrosa y poco cómoda al usarse con la ropa del paciente; la ventaja es que no restringe el ciclo de la marcha del paciente, proporcionando mayor estabilidad y versatilidad para la flexión hacia la superficie superior del pie y la suela (Ali et al., 2021). Sin embargo, indican

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

los autores que, el ciclo de la marcha del paciente no parece natural y está limitado, en la AFO sólida, ya que no permite el movimiento del tobillo en ninguna dirección. Por su uso prolongado pueden surgir erupciones e irritaciones, debido al amplio contacto con la piel del pie y la inestabilidad del movimiento.

Por otro lado, el tratamiento convencional del equinismo implica el uso de férulas prefabricadas, aunque puedan no ajustarse correctamente a la anatomía individual del paciente, causar incomodidad, presión excesiva y una inmovilización inadecuada (Sclavos et al., 2023). Se debe señalar, adicionalmente, que una férula antiequino puede soportar desde 70 hasta 200 kg, dependiendo de los materiales utilizados y el diseño específico. Además, se pueden incorporar características específicas, como aberturas para aliviar la presión, refuerzos estructurales y ajustes de ángulo, según sea necesario, lo cual asegura que las medidas del pie, pierna y talón se adapten perfectamente a las necesidades del paciente (Kim et al., 2020).

En la presente investigación, se muestran los resultados del diseño y simulación de una férula antiequino, mediante software de diseño asistido por computadora (CAD) y la ingeniería asistida por computadora (CAE), que pueden mejorar su eficacia y personalización, proporcionando soluciones más ajustadas a las necesidades individuales de cada paciente (Thalman & Lee, 2020).

Además, el diseño y la simulación de férulas antiequino tipificadas ofrecen varias ventajas, en comparación con las prefabricadas convencionales, como un mejor ajuste y comodidad para el paciente, inmovilización más efectiva y distribución óptima de la presión, entre otras; adicionalmente, la posibilidad de incorporar características, según las necesidades específicas del paciente, reduce el riesgo de complicaciones como úlceras por presión o deformidades adicionales (Thalman & Lee, 2020).

En cuanto a los materiales, se pueden utilizar diversos compuestos para la fabricación de las férulas antiequino, como polímeros termoplásticos, fibra de carbono y otros materiales compuestos que ofrecen una combinación óptima de resistencia, durabilidad y

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

biocompatibilidad (Nevisipour & Honeycutt, 2020). Deben ser, además, ponderados por su capacidad para resistir deformaciones y por su bioresistencia, asegurando que el dispositivo sea seguro para el uso prolongado en el cuerpo humano (Waterval et al., 2023).

Por ejemplo, los materiales poliméricos PLA (Ácido poliláctico) y ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno) ofrecen un excelente prototipado, en investigaciones relacionadas a la fabricación aditiva y diseños de prótesis. El PLA, un polímero biodegradable derivado de recursos renovables, se destaca por su biocompatibilidad y capacidad de degradarse en el cuerpo humano, lo que lo hace ideal para implantes temporales y andamios para ingeniería de tejidos. Por otro lado, el ABS, conocido por su durabilidad y resistencia al impacto, se utiliza ampliamente en la fabricación de prótesis externas y componentes ortopédicos que requieren mayor resistencia mecánica (Lay et al., 2019).

Luego del planteamiento formulado por los investigadores, se formula como objetivo general de la investigación: Describir el desarrollo de férula antiequino en PLA y ABS con herramientas CAD/CAE.

## **MÉTODO**

El método que se desarrolla en la presente investigación se apoya en el enfoque cuantitativo, recurriendo a la tipología documental-bibliográfica, lo que permite establecer el análisis del objeto de estudio, con el propósito de describir el tema abordado (Hernández Sampieri et al., 2014). La investigación adopta dicho enfoque, y utiliza el software CAD/CAE para evaluar esfuerzos, desplazamientos y deformaciones en función de las propiedades de los materiales estudiados.

En tal sentido, la modalidad documental se utiliza para la obtención de datos, basada en el análisis de la información existente y los resultados generados por simulaciones computacionales; este enfoque se centra en el diseño y optimización de una férula antiequino (AFO), fabricada en PLA y ABS, permitiendo un estudio teórico y digital, para mejorar la estructura y funcionalidad del dispositivo, sin necesidad de construir prototipos

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

físicos. La investigación se apoya en conocimientos previos y modelos computacionales, para alcanzar sus objetivos.

El estudio, además, es de tipo descriptivo, detallando minuciosamente las características y propiedades del diseño de la férula antiequino, mediante software CAD/CAE. Este enfoque permite un análisis exhaustivo de los aspectos técnicos del dispositivo, incluyendo su geometría, los esfuerzos a los que se somete, los desplazamientos y deformaciones que experimenta, así como las propiedades específicas de los materiales PLA y ABS. La investigación se centra en proporcionar una representación precisa del comportamiento mecánico de la férula bajo diversas condiciones de carga simuladas. Las técnicas empleadas abarcan simulaciones computacionales para predecir el comportamiento biomecánico del dispositivo, así como el diseño específico de la AFO aplicado a la deformidad en equino de pie y tobillo.

## RESULTADOS

La figura 1, revela un modelo 3D de extremidades inferiores humanas, que fue generado basándose en datos antropométricos específicos de la población Latinoamericana.



**Figura 1.** Modelo virtual de pierna, tobillo y pie, a partir de datos antropométricos de Latinoamérica para la generación de la AFO.

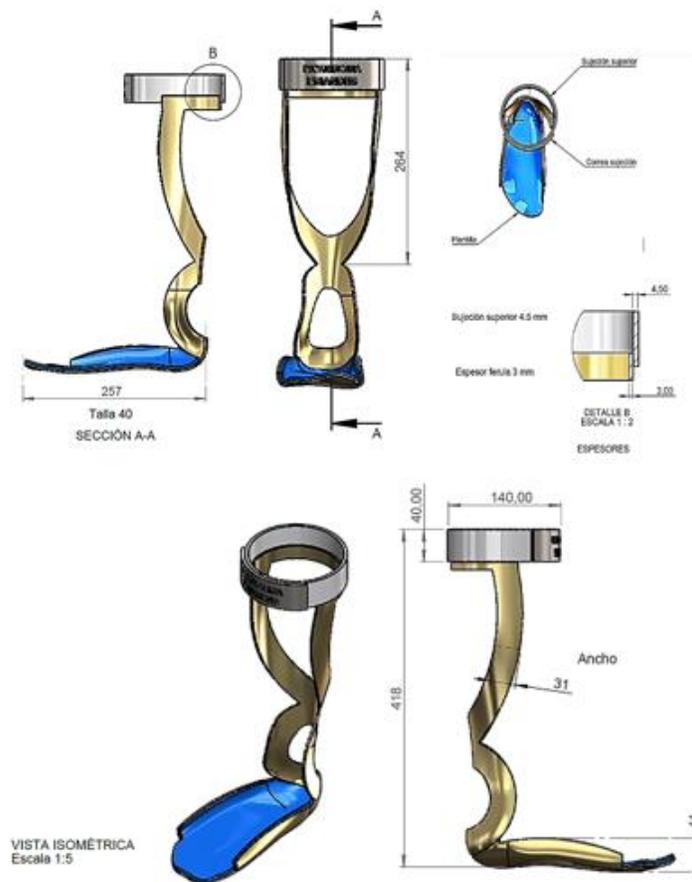
**Elaboración:** Los autores.

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

Este modelo virtual presenta cuatro vistas: frontal y posterior de la pierna, laterales internas y externas que incluían el pie. La representación digital se creó con un alto nivel de detalle, mostrando los contornos de la pantorrilla, el tobillo y las estructuras del pie, con una textura y sombreado que simulaban de manera realista las características de la piel y los músculos

### Diseño de férula

El diseño de la férula antiequino que se desarrolló y se representa en la figura 2 incluye detalles precisos que garantizan la efectividad y la comodidad del dispositivo.



**Figura 2.** Planos de la Férula antiequino (AFO).  
**Elaboración:** Los autores.

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

Se muestran vistas ortogonales y una isométrica que permiten observar la forma y las dimensiones del dispositivo. La férula, destinada a corregir la caída del pie, fue diseñada con una longitud total de 418 mm y un ancho de 140 mm en la parte superior, adaptándose a una talla 40. En la sección A-A, se observa una curvatura que rodea la pierna y el pie, proporcionando el soporte necesario; el grosor de la férula de 3 mm, junto con la sujeción superior de 4,5 mm, ofrece un equilibrio entre rigidez y confort. La férula se complementó con una plantilla para el pie, una correa de sujeción y un soporte superior, asegurando una correcta alineación del tobillo y evitando la dorsiflexión excesiva.

Los detalles adicionales incluyeron un enfoque en la ergonomía, como se evidencia en la vista isométrica, donde se resalta la forma en espiral del soporte superior, lo que facilita un ajuste cómodo y seguro alrededor de la pierna del usuario

En la figura 3, se modeló y simuló la aplicación de la férula antiequino sobre la pierna y pie de modelo virtual, lo que evalúa su ajuste y funcionalidad. Se incluyen vistas laterales, frontal, trasera y superior, mostrando cómo la férula se acopló a la anatomía del paciente.



**Figura 3.** AFO con el modelo virtual de pierna y pie.

**Elaboración:** Los autores.

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

El diseño de la férula sigue el contorno natural de la pierna y el pie, proporcionando un soporte integral, sin restringir el movimiento necesario. Se evidencia cómo la férula rodea el talón y la parte inferior de la pierna, mientras que la sujeción superior se ajusta firmemente debajo de la rodilla, asegurando la estabilidad del dispositivo.

Además, se destaca en la vista superior cómo la plantilla se adapta a la planta del pie, alineándose con la estructura ósea para evitar puntos de presión y maximizar la comodidad. La vista inferior muestra la férula desde la planta del pie, permitiendo observar la distribución uniforme del soporte alrededor de toda la estructura, lo que garantizó una corrección efectiva de la posición del pie

### Simulación

En la simulación se analizaron tres parámetros: el esfuerzo generado, el desplazamiento y la deformación de la férula conforme varias cargas aplicadas. En la tabla 2, se observa el esfuerzo, en comparación entre el material ABS y PLA, mediante varias cargas aplicadas.

**Tabla 2.**

Esfuerzo ejercido por la AFO mediante la aplicación de diferentes cargas.

Material	Esfuerzo (kPa)			
	Cargas			
	70kg	120kg	160kg	200kg
ABS	97,63	167,4	223,2	278,9
PLA	97,45	167,1	222,8	278,4

**Elaboración:** Los autores.

En la tabla 3, se observa el desplazamiento de la AFO con diferentes cargas aplicadas y los distintos materiales empleados anteriormente.

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

**Tabla 3.**

Desplazamiento ejercido por la AFO mediante la aplicación de diferentes cargas.

Material	Desplazamiento ( $\mu\text{m}$ )			
	Cargas			
	70kg	120kg	160kg	200kg
ABS	2,164	3,709	4,945	6,182
PLA	1,228	2,106	2,807	3,509

**Elaboración:** Los autores.

En la tabla 4, se muestra la deformación aplicada en la AFO con distintas cargas, en conformidad y comparación entre materiales.

**Tabla 4.**

Deformación ejercida por la AFO mediante la aplicación de diferentes cargas.

Material	Deformación %			
	Cargas			
	70kg	120kg	160kg	200kg
ABS	$3,677 \times 10^{-5}$	$6,304 \times 10^{-5}$	$8,405 \times 10^{-5}$	$1,051 \times 10^{-4}$
PLA	$2,099 \times 10^{-5}$	$3,598 \times 10^{-5}$	$4,797 \times 10^{-5}$	$5,996 \times 10^{-5}$

**Elaboración:** Los autores.

Los resultados obtenidos en el diseño y simulación de la férula antiequino (AFO), utilizando materiales como ABS y PLA, revelan diferencias en términos de esfuerzo, desplazamiento y deformación bajo diversas cargas. El modelado 3D de la extremidad inferior y la simulación de la férula AFO mostraron una adecuada adaptación del diseño a la anatomía del pie y pierna, lo que es crucial para garantizar la comodidad y efectividad del dispositivo. Por lo cual, la representación virtual, basada en datos antropométricos de la población latinoamericana, permitió ajustar el diseño a las especificidades regionales, un enfoque que es respaldado por investigaciones como las de Kian et al. (2022), que enfatizan la importancia de considerar variaciones antropométricas en el diseño de dispositivos médicos.

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

Por otro lado, la tabla 2 muestra que, bajo una carga de 70 kg, el ABS soporta un esfuerzo de 97,63 kPa; mientras que el PLA resiste 97,45 kPa. A medida que se incrementa la carga hasta 200 kg, el esfuerzo en el ABS llega a 278,9 kPa y en el PLA a 278,4 kPa.

Los estudios, como los de (Djokikj et al., 2022), confirman que el PLA, a pesar de ser un polímero biodegradable, puede competir con el ABS en aplicaciones que no requieren altas temperaturas, lo que es consistente con los resultados observados.

Además, la tabla 3 muestra que el PLA experimenta un menor desplazamiento en comparación con el ABS, bajo todas las cargas. Por ejemplo, con una carga de 70 kg, el desplazamiento del PLA es de 1,228  $\mu\text{m}$  frente a los 2,164  $\mu\text{m}$  del ABS. Esta diferencia se mantiene hasta la carga de 200 kg, donde el PLA muestra un desplazamiento de 3,509  $\mu\text{m}$ , considerablemente menor que los 6,182  $\mu\text{m}$  del ABS.

Según la literatura, el PLA tiende a deformarse menos debido a su rigidez relativa comparada con el ABS, que es más flexible, pero también más propenso a mayores desplazamientos bajo cargas (Liu et al., 2022). Este comportamiento es favorable en aplicaciones donde la estabilidad dimensional es crucial, respaldando el uso del PLA en dispositivos ortopédicos.

En tal sentido, los resultados obtenidos muestran que el PLA ofrece ventajas sobre el ABS en términos de menor desplazamiento y deformación, lo que sugiere que el PLA podría ser una mejor opción para aplicaciones que requieren alta rigidez y estabilidad bajo carga. Sin embargo, el ABS sigue siendo un material competitivo, debido a su mayor resistencia al esfuerzo, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde se requieren materiales que puedan soportar mayores tensiones.

## **CONCLUSIONES**

El uso de software CAD/CAE en el diseño de férulas antiequino representa un avance significativo en el campo de la ortopedia. Esta tecnología permite crear dispositivos que se ajustan con mayor precisión a la anatomía única de cada paciente, lo que resulta en un

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

tratamiento más eficaz para la deformidad en equino. La capacidad de modelar y simular el comportamiento de la férula bajo diferentes condiciones de carga, antes de su fabricación, no solo mejora la funcionalidad del dispositivo, sino que también aumenta la comodidad del paciente durante su uso.

Dada la creciente preocupación por la sostenibilidad en el sector de la salud, sería valioso profundizar en el uso de materiales biodegradables como el PLA en aplicaciones clínicas a largo plazo, investigando aspectos como su durabilidad, biocompatibilidad y potencial para la fabricación de dispositivos ortopédicos temporales o de uso limitado. Estos esfuerzos podrían conducir a una nueva generación de dispositivos ortopédicos que no solo sean altamente efectivos y cómodos para los pacientes, sino también más sostenibles y económicamente viables.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los actores sociales involucrados en el desarrollo de la investigación.

## **REFERENCIAS CONSULTADAS**

- Ali, M. H., Smagulov, Z., & Otepbergenov, T. (2021). Finite element analysis of the CFRP-based 3D printed ankle-foot orthosis. *Procedia Computer Science*, 179, 55-62. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2020.12.008>
- Djokikj, J., Tuteski, O., Doncheva, E., & Hadjieva, B. (2022). Experimental investigation on mechanical properties of FFF parts using different materials. *Procedia Structural Integrity*, 41(C), 670-679. <https://doi.org/10.1016/J.PROSTR.2022.05.076>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación [Investigation Methodology] (6ta. ed.). México: McGraw-Hill. <https://n9.cl/t6g8vh>

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

Kane, K. J., Musselman, K. E., & Lanovaz, J. (2020). Effects of solid ankle-foot orthoses with individualized ankle angles on gait for children with cerebral palsy and equinus. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 13(2), 169-183. <https://doi.org/10.3233/PRM-190615>

Kian, A., Widanapathirana, G., Joseph, A. M., Lai, D. T. H., & Begg, R. (2022). Aplicación de sensores portátiles en la activación y el control de exoesqueletos de tobillo motorizados: una revisión exhaustiva. *Sensors (Basilea, Suiza)*, 22(6), 2244. <https://doi.org/10.3390/s22062244>

Kim, S. J., Na, Y., Lee, D. Y., Chang, H., & Kim, J. (2020). Pneumatic AFO Powered by a Miniature Custom Compressor for Drop Foot Correction. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 28(8), 1781-1789. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.3003860>

Lay, M., Thajudin, N. L. N., Hamid, Z. A. A., Rusli, A., Abdullah, M. K., & Shuib, R. K. (2019). Comparison of physical and mechanical properties of PLA, ABS and nylon 6 fabricated using fused deposition modeling and injection molding. *Composites Part B: Engineering*, 176, 107341. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITESB.2019.107341>

Liu, X., Li, Y., Fang, X., Zhang, Z., Li, S., & Sun, J. (2022). Healable and Recyclable Polymeric Materials with High Mechanical Robustness. *ACS Materials Letters*, 4(4), 554-571. <https://doi.org/10.1021/acsmaterialslett.1c00795>

Nevisipour, M., y Honeycutt, CF (2020). El impacto del uso de ortesis de tobillo y pie (AFO) en la respuesta de paso compensatorio necesaria para evitar una caída durante perturbaciones similares a tropiezos en adultos jóvenes: implicaciones para la prescripción y el diseño de AFO. [The impact of ankle foot orthosis (AFO) use on the compensatory step response required to prevent a fall during tripping-like perturbations in young adults: implications for AFO prescription and design]. *Journal of biomechanics*, 103, 109703. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.10970>

Roach, D. J., Hamel, C. M., Dunn, C. K., Johnson, M. V., Kuang, X., & Qi, H. J. (2019). The m4 3D printer: A multi-material multi-method additive manufacturing platform for future 3D printed structures. *Additive Manufacturing*, 29, 100819. <https://doi.org/10.1016/J.ADDMA.2019.100819>

Sclavos, N., Thomason, P., Passmore, E., Graham, K. y Rutz, E. (2023). Foot drop after gastrocsoleus lengthening for equinus deformity in children with cerebral palsy. *Gait & posture*, 100, 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.01.007>

**CIENCIAMATRIA**

**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**

Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Anahí Diamela Viteri-Jaramillo; Giovanni Vinicio Pineda-Silva; Juan Pablo Muquinche-Puca, Edwin Fabricio Lozada-Torres

Thalman, C. M., & Lee, H. (2020). Design and Validation of a Soft Robotic Ankle-Foot Orthosis (SR-AFO) Exosuit for Inversion and Eversion Ankle Support. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 1735-1741. <https://doi.org/10.1109/ICRA40945.2020.9197531>

Waterval, N. F. J., Brehm, M. A., Veerkamp, K., Geijtenbeek, T., Harlaar, J., Nollet, F., & van der Krogt, M. M. (2023). Interacting effects of AFO stiffness, neutral angle and footplate stiffness on gait in case of plantarflexor weakness: A predictive simulation study. *Journal of biomechanics*, 157, 111730. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2023.111730>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)