

# Einfluss einer Hüftorthese auf Gangbiomechanik, Schmerzempfinden, Hüftpropriozeption und funktionelle Kapazität von Patienten mit mild bis moderater Hüftarthrose

Steingrebe, H.<sup>1,2</sup>, Stetter, B.<sup>1,2</sup>, Sell, S.<sup>2,3†</sup>, Stein, T.<sup>1†</sup>

## HINTERGRUND

Hüftarthrose (HOA) ist eine häufig vorkommende Gelenkerkrankung mit schwerwiegenden Folgen für die betroffenen Personen. Hierbei wirken sich Schmerzen und eine eingeschränkte Funktion des Hüftgelenks negativ auf die Lebensqualität aus. Ergänzend wurde vielfach gezeigt, dass Personen mit HOA Veränderungen in der Gangbiomechanik aufweisen (Constantinou et al., 2017; Diamond et al., 2018). Da ein künstlicher Gelenkersatz nur bei stark fortgeschrittener HOA empfohlen wird, ist die Entwicklung effektiver, konservativer Behandlungsmethoden von großer Bedeutung. Aktuell ist allerdings wenig über die Wirksamkeit von Orthesen für die Behandlung von HOA bekannt. Bisherige Studien zu Hüftorthesen, die das Hüftgelenk mechanisch entlasten sollen, zeigten zum Teil positive Ergebnisse (Sato et al., 2008, 2012; Nérot & Nicholls, 2017). Jedoch könnte es durch Orthesenkonzepte, die das Hüftgelenk mechanisch entlasten sollen, zu Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und des Tragekomforts kommen, was ihre Eignung für Personen mit milden bzw. moderaten Symptomen einschränkt. Moderne Definitionen von Arthrose betonen, dass es sich nicht ausschließlich um eine Erkrankung des Gelenkknorpels handelt, sondern auch alle anderen Strukturen des Gelenks betroffen sind (Block & Shakoor, 2009). Aus diesem Grund könnten Orthesenkonzepte, welche sich auf die Therapie z.B. der umliegenden Muskulatur oder der Gelenkkapsel fokussieren, auch ohne die Notwendigkeit von rigiden Bauteilen zur mechanischen Entlastung einen positiven Effekt bei der Behandlung von HOA erzielen. Durch die viele Mechanorezeptoren im Gelenkbereich ist ein Effekt auf die Propriozeption ebenfalls möglich.

Ziel dieser Studie war es daher, in einem umfassenden Studiendesign den Einfluss von unilateraler HOA sowie einer funktionalen Hüftorthese auf die Gangbiomechanik, das Schmerzempfinden, die Hüftpropriozeption sowie die funktionelle Kapazität bei Personen mit milder bis moderate HOA zu untersuchen.

## STUDIENDESIGN

Die Studie ist eine Kombination aus einer Fall-Kontroll-Studie zum Vergleich von Personen mit HOA mit gesunden Personen und einer Interventionsstudie zur Untersuchung der Effekte der Orthesenversorgung.

1) BioMotion Center, Institute of Sports and Sports Science, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany

2) Sports Orthopedics, Institute of Sports and Sports Science, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany

3) Joint Center Black Forest, Hospital Neuenbürg, Neuenbürg, Germany

† These authors share senior authorship

## METHODIK

Stichprobe:	n= 42 (21 HOA, 21 gesunde) (Details s. Tab. 1)
Testorthese:	<b>CoxaTrain®</b> (Bauerfeind AG)
Einschlusskriterien:	-Radiologisch nachgewiesene HOA (Kellgren-Lawrence-Score 2–4) -Funktionelle Defizite, gemessen anhand des Harris-Hip-Score; (65-95 von 100) - Hüftschmerzen in den letzten drei Monaten bei Alltagsbewegungen - Asymptomatisches kontralaterales Hüftgelenk
Ausschlusskriterien:	-Weitere Schädigungen und/oder Schmerzen muskuloskelettaler und/oder neurologischer Natur im Bereich der unteren Extremitäten und des Rumpfes - sekundäre HOA
Zielgrößen:	-Biomechanische Bewegungsanalyse: Räumlich-zeitliche Gangparameter, Gelenkkinematik (Gelenkwinkel), Gelenkdynamik (Gelenkmomente) - VAS 10er-Skala: Schmerzempfinden - Gelenkwinkelreproduktionstest: Propriozeption des Hüftgelenks - 6-Minuten Walking Test (6MWT): Funktionelle Kapazität
Untersuchungszeitraum	1. Messtermin: Testung ohne Orthese Referenzzeitraum: Erfassung Schmerz über 7 Tage ohne Orthese 2. Messtermin: Testung mit Orthese nach kurzer Orthesengewöhnung Interventionszeitraum: Erfassung Schmerz über 7 Tage mit Orthese 3. Messtermin: Testung mit Orthese nach einwöchiger Tragephase
Datenanalyse	Varianzanalyse bzw. t-test (oder nichtparam. Alternative) bei Signifikanzniveau von 5 %

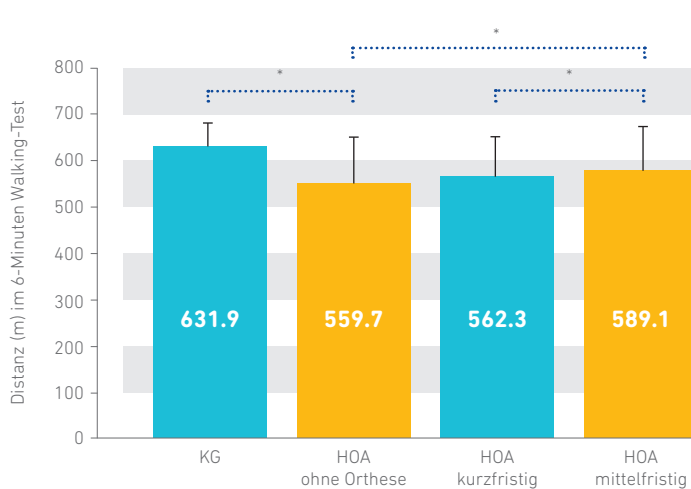
**Tabelle 1. Mittelwerte (Standardabweichungen) der Probencharakteristika für die HOA Gruppe und Kontrollgruppe (KG).**

	HOA Gruppe (n=21)	Kontrollgruppe (n=21)
Geschlecht	11 Männer, 10 Frauen	11 Männer, 10 Frauen
Alter [Jahre]	64,0 (9,6)	63,1 (9,2)
Gewicht [kg]	71,3 (11,9)	74,4 (12,7)
Größe [cm]	171,2 (6,7)	171,1 (8,8)
Body Mass Index (BMI) [kg/m <sup>2</sup> ]	24,2 (2,9)	25,2 (2,7)
Harris Hip Score	74,6 (11,8)	98,4 (2,3)
Hip Osteoarthritis Outcome Score (HOOS)	62,0 (16,4)	97,7 (5,1)
Tegner Aktivitäts Score	4,7 (0,8)	4,9 (1,2)
Betroffene/untersuchte Seite	11 rechts, 10 links Grad 2 = 9 Grad 3 = 7 Grad 3/4 = 1 Grad 4 = 4	11 rechts, 10 links

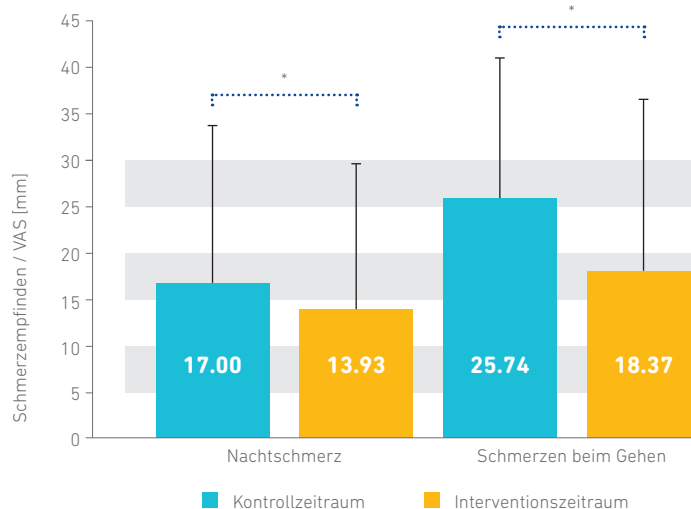
## ERGEBNISSE

Ohne Orthese zeigten die Probanden der HOA Gruppe eine signifikant geringere Leistung beim 6MWT als die Kontrollgruppe. Nach der einwöchigen Interventionsphase war die zurückgelegte Distanz signifikant größer als ohne Orthese bzw. nach kurzfristiger Orthesenapplikation (Abb.1). Die Orthesenversorgung hatte keinen Einfluss auf das Schmerzniveau vor bzw. nach der Belastung durch den 6MWT.

Die durchschnittliche Tragedauer der Orthese während des Interventionszeitraums lag bei  $10,1 \pm 3,5$  Stunden pro Tag. Das Schmerzempfinden während gehender Tätigkeiten sowie der Nachtschmerz waren in der Interventionsphase (Gehen:  $18,4 \pm 18,1$ ; Nachtschmerz:  $13,9 \pm 15,9$ ) signifikant niedriger als im Referenzzeitraum (Gehen:  $25,7 \pm 15,3$ ; Nachtschmerz:  $17,0 \pm 17,6$ ) (Abb. 2). Eine Reduktion des Schmerzniveaus bei gehenden Tätigkeiten zeigten 18 der 21 Probanden.



**Abb.1:** Mittelwerte der zurückgelegten Distanz [m] im 6-Minuten Walking Test für die Kontrollgruppe (KG) sowie HOA Gruppe unter verschiedenen Orthesenbedingungen.  
\*markieren signifikante Unterschiede bei  $\alpha < 0,05$ .

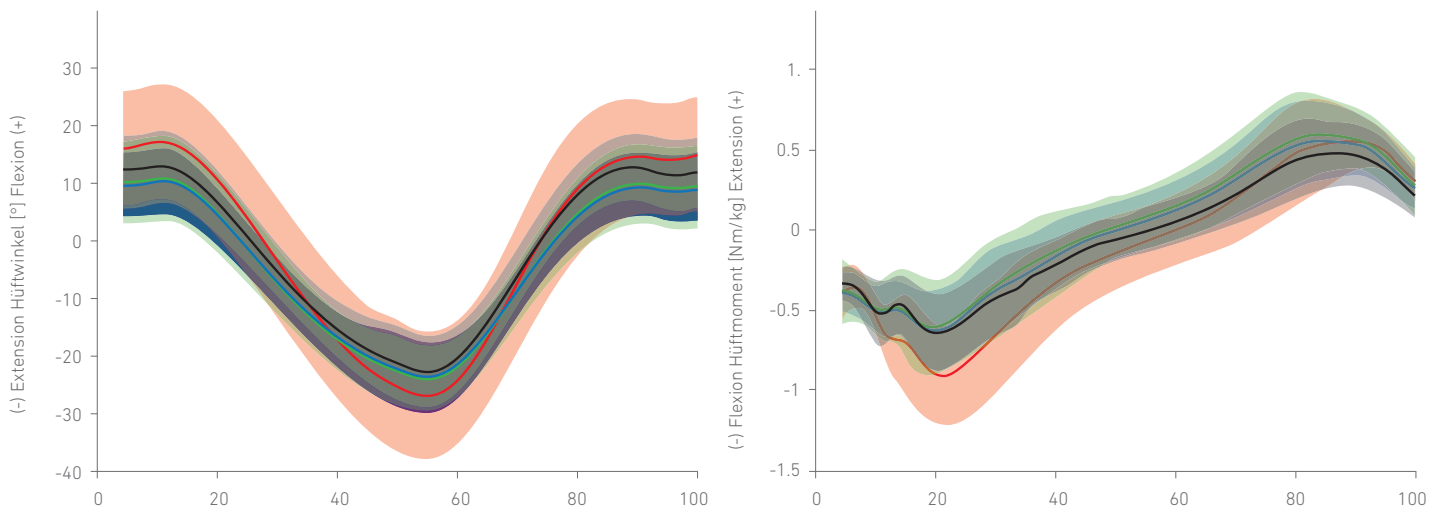


**Abb.2:** Vergleich des Schmerzempfindens der HOA Gruppe ohne Hüftorthese (Kontrollzeitraum, 7 Tage) mit dem Schmerzempfinden der HOA Gruppe mit einer Hüftorthese (Interventionszeitraum, 7 Tage); 10er visuelle Analogskala in mm dargestellt, VAS 10=100 mm.  
\*markieren signifikante Unterschiede bei  $\alpha < 0,05$ .

Im Winkelreproduktionstest konnte weder ein signifikanter Effekt der HOA noch der Orthesenversorgung gezeigt werden.

Bei der biomechanischen Bewegungsanalyse zeigten die Probanden der HOA Gruppe bei der Testung ohne Orthese eine signifikant geringere Ganggeschwindigkeit sowie Schrittlänge im Vergleich zur Kontrollgruppe. Weiterhin waren in der HOA Gruppe der Bewegungsradius in der Sagittal- und Transversalebene sowie der maximale Extensionswinkel reduziert. Bei der Analyse der Gelenkdynamik zeigten sich reduzierte maximale Flexions-, Extensions-, Adduktions- sowie Innenrotationsmomente. Zudem wurde eine Zunahme des Bewegungsradius der Beckenkipfung durch HOA festgestellt.

Nach der mittelfristigen Orthesenapplikation zeigte sich eine signifikante Zunahme der Ganggeschwindigkeit und Schrittlänge im Vergleich zur Bedingung ohne Orthese bzw. nach kurzfristiger Orthesenapplikation. In der Sagittalebene führte die kurzfristige Orthesenapplikation zu einer Reduktion des maximalen Flexionswinkels sowie in beiden Orthesenbedingungen zu einem Anstieg des maximalen Extensionsmoments im Vergleich zur unversorgten Situation (Abb. 3). Zusätzlich zeigte sich in beiden Bedingungen mit Orthese eine signifikante Zunahme des Bewegungsradius der Beckenkipfung sowie der Beckenrotation.



**Abb.3:** Zeitverläufe des Hüftwinkels [°] sowie des externen Hüftmoments [Nm/kg] in der Sagittalebene normalisiert auf einen Gangzyklus bzw. eine Standphase. Rot = Kontrollgruppe, schwarz = HOA Gruppe ohne Orthese, blau = HOA Gruppe kurzfristige Orthesenapplikation, grün = HOA Gruppe mittelfristige Orthesenapplikation.

## DISKUSSION

Die in dieser Studie untersuchte Stichprobe zeigte bei der Ganganalyse typische Merkmale von Personen mit HOA, wie z.B. eine verminderte maximale Hüftextension. Zusätzlich konnte eine verstärkte Beckenbewegung in der Sagittalebene gezeigt werden, welche als Kompensationsmechanismus für eine eingeschränkte Hüftextensionsfähigkeit dient (Lee et al., 1997). Die Veränderungen in der Gangbiomechanik resultieren in einer Verminderung der Ganggeschwindigkeit und Schrittlänge, was sich in einer reduzierten funktionellen Kapazität im 6MWT zeigte. Im Gegensatz zu Studien bei Patienten mit Gonarthrose (Barrett et al., 1991; Knoop et al., 2011) konnte kein Einfluss von HOA auf die Propriozeption im Hüftgelenk nachgewiesen werden.

Durch die Applikation der Hüftorthese konnte bei 18 der 21 Probanden während der Interventionsphase eine Reduktion des Schmerzempfindens bei Gangbewegungen beobachtet werden. Weiterhin konnte bei der biomechanischen Bewegungsanalyse eine Zunahme der Ganggeschwindigkeit und Vergrößerung der Schrittlänge gezeigt werden. Diese Veränderungen resultierten in einer Zunahme der zurückgelegten Distanz beim 6MWT von im Mittel 5%. Trotz der Zunahme der Gehstrecke beim 6MWT blieb das Schmerzniveau nach der Belastung unverändert. Ähnlich konnte in einer Studie ein positiver Effekt einer Hüftorthese auf die Leistung im "Timed up and go-Test" nachweisen werden, welcher sich mit zunehmender Tragedauer verstärkte (Sato et al., 2012). Eine längerfristige Orthesenapplikation könnte möglicherweise die positiven Effekte der Orthesenapplikation auf die funktionelle Kapazität noch verstärken.




Die Applikation der Hüftorthese zeigte im Gegensatz zu Ergebnissen von Kniebandagen (Beynon et al., 2002; Baltaci et al., 2011) keinen Einfluss auf die Propriozeption im Hüftgelenk. Während dies im Einklang mit dem Ergebnis steht, dass keine Verschlechterung der Propriozeption durch HOA festgestellt werden konnte, widerspricht es Ergebnissen zum Kniegelenk. Baltaci et al. (2011) zeigten einen positive Effekte einer Kniebandage auf die Propriozeption in einer jungen gesunden Stichprobe. Der Winkelreproduktionstest im aufrechten Stand verlangt von den Probanden zusätzlich zur Wahrnehmung der Gelenkwinkelstellung auch ein hohes Maß an motorischer Kontrolle, was ggf. Änderungen in der Propriozeption überlagern könnte. Eventuell bedarf es daher anderer Verfahren zur Erfassung der Hüftpropriozeption, um geringe Veränderungen in der Hüftpropriozeption erfassen zu können.

Übergreifend führte die Applikation der Orthese nicht zu einer "Normalisierung" des Gangbilds, da typische Bewegungsmerkmale (z.B. verminderte max. Hüftextension und reduzierter Bewegungsradius in der Sagittalebene) auch nach einwöchiger Tragephase bestehen bleiben. Ähnliche Ergebnisse sind aus Studien zu Totalendoprothesen bekannt, welche eine veränderte Gangbiomechanik nach bis zu zwei Jahren postoperativ zeigen (Beaulieu et al., 2010; Foucher et al., 2007; Zügner et al., 2018). Ein Grund hierfür könnten erlernte Bewegungsmuster zur Vermeidung von Schmerzen sein, die auch nach der Therapie weiterhin bestehen. Zudem könnten bestehende Muskelschwächen die Veränderungen im Gangbild bewirken. Die einwöchige Tragephase bot ggf. nicht genug Zeit für eine Normalisierung des Gangmusters und langfristige Effekte sollten in zukünftigen Studien untersucht werden.

Hingegen wurden durch die Applikation der Orthese zusätzliche Veränderungen in der Gangbiomechanik hervorgerufen. Zum einen führte das Tragen der Orthese unmittelbar zu einer Reduktion des maximalen Hüftflexionswinkels, was ggf. durch einen passiven Widerstand der Orthese hervorgerufen werden könnte. Zum anderen zeigten sich Veränderungen der Beckenbewegung, welches beim Gehen verstärkt gekippt und rotiert wurde. Beide Bewegungen erlauben eine Vergrößerung der Schrittlänge trotz eingeschränkter Extensions- und Innenrotationsfähigkeit des Hüftgelenks (Leigh et al., 2016). Durch die enge Verknüpfung des Beckens mit der Lendenwirbelsäule (Thurston & Harris, 1983; Whittle & Levine, 1999; Ike et al., 2018), ist es wahrscheinlich, dass Veränderungen der Beckenkinematik Auswirkungen auf die Mobilität der Lendenwirbelsäule haben (Hurwitz et al., 1997; Watelain et al., 2001). Besonders die langfristigen Effekte der Orthesenapplikation auf die Lenden-Becken-Region sollte daher zusätzlich untersucht werden.

Zusammenfassend konnte in dieser Studie ein positiver Effekt der Orthesenapplikation auf das Schmerzempfinden und die funktionelle Kapazität bei Patienten mit milder bis moderater unilateraler HOA gezeigt werden. Die Effekte traten dabei meist nicht unmittelbar auf, sondern erst nach einwöchiger Orthesenapplikation. Jedoch bleiben die zugrundeliegenden Mechanismen teilweise unklar, da auch nach der Orthesenapplikation typische Veränderungen im Gangbild von Personen mit HOA weiterhin bestehen blieben. Analysen der Ganzkörperbewegung, der Muskelaktivität sowie die Erhebung von Daten nach langfristiger Orthesenapplikation könnten dabei in Zukunft zusätzliche Erkenntnisse liefern.

#### **FAZIT**

-  CoxaTrain® reduziert die Nachtschmerzen
-  CoxaTrain® reduziert Schmerzen beim Gehen
-  CoxaTrain® verbessert die Mobilität

## LITERATUR

- Baltaci, G., Aktas, G., Camci, E., Oksuz, S., Yildiz, S., and Kalaycioglu, T. (2011). The effect of prophylactic knee bracing on performance: Balance, proprioception, coordination, and muscular power. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19, 1722–1728. doi: 10.1007/s00167-011-1491-3
- Barrett, D. S., Cobb, A. G., and Bentley, G. (1991). Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br* 73, 53–56. doi: 10.1302/0301-620X.73B1.1991775
- Beaulieu, M. L., Lamontagne, M., and Beaulé, P. E. (2010). Lower limb biomechanics during gait do not return to normal following total hip arthroplasty. *Gait Posture* 32, 269–273. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.05.007
- Beynon, B. D., Good, L., and Risberg, M. A. (2002). The effect of bracing on proprioception of knees with anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 32, 11–15. doi: 10.2519/jospt.2002.32.1.11
- Block, J. A., and Shakoor, N. (2009). The biomechanics of osteoarthritis: Implications for therapy. *Curr Rheumatol Rep* 11, 15–22.
- Constantinou, M., Loureiro, A., Carty, C., Mills, P., and Barrett, R. (2017). Hip joint mechanics during walking in individuals with mild-to-moderate hip osteoarthritis. *Gait Posture* 53, 162–167. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.01.017
- Diamond, L. E., Allison, K., Dobson, F., and Hall, M. (2018). Hip joint moments during walking in people with hip osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. doi: 10.1016/j.joca.2018.03.011
- Foucher, K. C., Hurwitz, D. E., and Wimmer, M. A. (2007). Preoperative gait adaptations persist one year after surgery in clinically well-functioning total hip replacement patients. *J Biomech* 40, 3432–3437. doi: 10.1016/j.jbiomech.2007.05.020
- Hurwitz, D. E., Hulet, C. H., Andriacchi, T. P., Rosenberg, A. G., and Galante, J. O. (1997). Gait compensations in patients with osteoarthritis of the hip and their relationship to pain and passive hip motion. *J Orthop Res* 15, 629–635. doi: 10.1002/jor.1100150421
- Ike, H., Dorr, L. D., Trasolini, N., Stefl, M., McKnight, B., and Heckmann, N. (2018). Spine-Pelvis-Hip Relationship in the Functioning of a Total Hip Replacement. *J Bone Joint Surg Am* 100, 1606–1615. doi: 10.2106/JBJS.17.00403
- Knoop, J., Steultjens, M. P. M., van der Leeden, M., van der Esch, M., Thorstensson, C. A., Roorda, L. D., et al. (2011). Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. *Osteoarthritis Cartilage* 19, 381–388. doi: 10.1016/j.joca.2011.01.003
- Lee, L. W., Kerrigan, D. C., and Della Croce, U. (1997). Dynamic implications of hip flexion contractures. *Am J Phys Med Rehabil* 76, 502–508. doi: 10.1097/00002060-199711000-00013
- Leigh, R. J., Osis, S. T., and Ferber, R. (2016). Kinematic gait patterns and their relationship to pain in mild-to-moderate hip osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 34, 12–17. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.12.010
- Nérot, A., and Nicholls, M. (2017). Clinical study on the unloading effect of hip bracing on gait in patients with hip osteoarthritis. *Prosthet Orthot Int* 41, 127–133. doi: 10.1177/0309364616640873
- Sato, E., Sato, T., Yamaji, T., and Watanabe, H. (2012). Effect of the WISH-type hip brace on functional mobility in patients with osteoarthritis of the hip: Evaluation using the Timed Up & Go Test. *Prosthet Orthot Int* 36, 25–32. doi: 10.1177/0309364611427765
- Sato, T., Yamaji, T., Inose, H., Sekino, Y., Uchida, S., Usuda, S., et al. (2008). Effect of a modified S-form hip brace, WISH type, for patients with painful osteoarthritis of the hip: a role in daily walking as a hip muscle exercise. *Rheumatol Int* 28, 419–428. doi: 10.1007/s00296-007-0455-x
- Thurston, A. J., and Harris, J. D. (1983). Normal kinematics of the lumbar spine and pelvis. *Spine* 8, 199–205. doi: 10.1097/00007632-198303000-00012
- Watelain, E., Dujardin, F., Babier, F., Dubois, D., and Allard, P. (2001). Pelvic and lower limb compensatory actions of subjects in an early stage of hip osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 82, 1705–1711. doi: 10.1053/apmr.2001.26812
- Whittle, M. W., and Levine, D. (1999). Three-dimensional relationships between the movements of the pelvis and lumbar spine during normal gait. *Human Movement Science* 18, 681–692. doi: 10.1016/S0167-9457(99)00032-9
- Zügner, R., Tranberg, R., Lisovskaja, V., and Kärrholm, J. (2018). Different reliability of instrumented gait analysis between patients with unilateral hip osteoarthritis, unilateral hip prosthesis and healthy controls. *BMC Musculoskelet Disord* 19, 224. doi: 10.1186/s12891-018-2145-0