

---

## **Warum sind weibliche Athleten bei Cutting-Bewegungen gefährdeter als männliche Athleten? Evaluation geschlechtsspezifischer Unterschiede in der motorischen Kontrolle von Cutting-Bewegungen.**

Albert Gollhofer, Guillaume Mornieux & Wolfgang Taube

Universität Freiburg, Institut für Sport und Sportwissenschaft

### **Problem**

Richtungswechsel stellen in vielen Ballsportarten (Fußball, Basketball, Handball) ein Schlüsselement im Kampf eins gegen eins dar. Allerdings gehen Sportlerinnen und Sportler bei der Durchführung solcher „Cutting-Bewegungen“ ein erhöhtes Verletzungsrisiko ein.

Dieses Risiko ist bei weiblichen Athleten um das 2- bis 8-fache höher als bei männlichen Athleten gleichen Alters (Agel et al., 2005). Viele Studien führen das erhöhte Verletzungsrisiko von Sportlerinnen beispielweise auf größere Knie-Valgus-Winkel (Ford et al., 2005). Es konnten auch für mehrere Muskeln, wie den Quadriceps und die ischiocrurale Muskulatur (Sigward & Powers, 2006) sowie den Gastrocnemius (Landry et al., 2007) unterschiedliche Aktivierungsmuster bei Frauen und Männern beobachtet werden.

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die potentiellen Unterschiede zwischen Frauen und Männern bezüglich der Gelenkinematik und deren spinalen Kontrolle während Cutting-Bewegungen zu untersuchen.

### **Methode**

7 Athletinnen (164 cm, 60 kg) und 9 Athleten (183 cm, 78 kg) wurden getestet. Alle Testpersonen kamen aus Spielsportarten, in denen Cutting-Bewegungen eine große Rolle spielen.

Die Testpersonen sollten einen seitlichen Sprung (Distanz: 1,20 m) reaktiv ausführen, um nach dem Bodenkontakt so schnell wie möglich zu der Ausgangsposition zurück zu kommen. Der Sprung wurde auf einem speziell angefertigten Linearbeschleuniger durchgeführt, welcher in der Lage ist eine 60 x 35 cm große Plattform mit 1 g über eine Distanz von 10 cm translatorisch zu beschleunigen. Somit war es durch Bewegung der Landestelle möglich, die reaktiven Sprünge mit verschiedenen Belastungscharakteristika zu versehen: (a) fixierter Landestelle (Kontrollbedingung), (b) Landestelle rutscht weg (reduzierte Belastung) oder (c) Landestelle kommt der Sprungrichtung entgegen (erhöhte Belastung). Um den Einfluss der antizipatorischen Reaktionen zu bestimmen, hatten die Testpersonen nur bei der Hälfte der Versuche keine Kenntnis davon (randomisiert), welche der drei Landungsbedingungen beim jeweiligen Sprung appliziert wurde.

Dreidimensionale kinematische Daten wurden mittels des Vicon V-MX Systems (VICON Motion Systems Ltd., Oxford, UK) mit 200 Hz aufgezeichnet. Die muskuläre

Aktivität wurde im tibialis anterior, im gastrocnemius medialis und im soleus erfasst. Darüber hinaus wurden H-Reflexe, um die spinale Erregbarkeit von Ia afferenten Bahnen widerzuspiegeln, durch die elektrische Reizung des n. tibialis (m. soleus) ausgelöst. Die Stimulation wurde so appliziert, dass der H-Reflexe entweder mit der short latency response (SLR) oder der long latency response (LLR) zeitlich übereinstimmte.

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung wurde durchgeführt, um die Einflüsse von den verschiedenen Bedingungen auf den kinematischen und neurophysiologischen Daten zu überprüfen. Ferner wurde der Geschlechtseffekt (Männer vs. Frauen), als Zwischensubjektfaktor, in die Varianzanalyse mit einbezogen. Das Signifikanzniveau wurde bei allen Prüfverfahren auf 5 % gesetzt.

## Ergebnisse

Männer zeigten eine deutlich ausgeprägtere Kniegelenks-Adduktion, während sich Frauen eher in einer abduzierten Position befanden ( $p < 0,05$ ; Abb.1). Bei der Analyse der muskulären Aktivität zeigten sich ebenfalls geschlechtsspezifische Unterschiede. Der tibialis anterior zeigte zum Zeitpunkt der SLR und LLR eine höhere Aktivität bei den Frauen. Die Aktivität des gastrocnemius medialis war jedoch bei den Frauen zum Zeitpunkt der LLR im Vergleich zu den Männern deutlich reduziert ( $p = 0,045$ ).

Die Testpersonen zeigten, bei randomisierter Bewegung, signifikant unterschiedliche Gelenkwinkel zu den Zeitpunkten der SLR und LLR. Dies zeigte sich vor allem in kleineren Flexionswinkel für die Hüfte ( $p = 0,03$ ) und für das Knie ( $p = 0,01$ ) sowie einer größeren Adduktion des Kniegelenks ( $p = 0,001$ ).

Die Testpersonen zeigten bei den verschiedenen Belastungscharakteristika signifikant unterschiedliche Gelenkwinkel zum Zeitpunkt der LLR bezüglich der Knie und Sprunggelenkflexion. Während der erhöhten Belastung war im Vergleich zur reduzierten Belastung sowohl die Knieflexion ( $+7,5^\circ$ ) als auch die Sprunggelenkflexion ( $+5,2^\circ$ ) größer. Zu diesem Zeitpunkt zeigten sich in der Frontalebene eine signifikant größere Knieabduktion ( $+1,5^\circ$ ) mit erhöhter Sprunggelenkinversion ( $5,7^\circ$ ) für die reduzierte Belastung im Vergleich zur erhöhten Belastung.

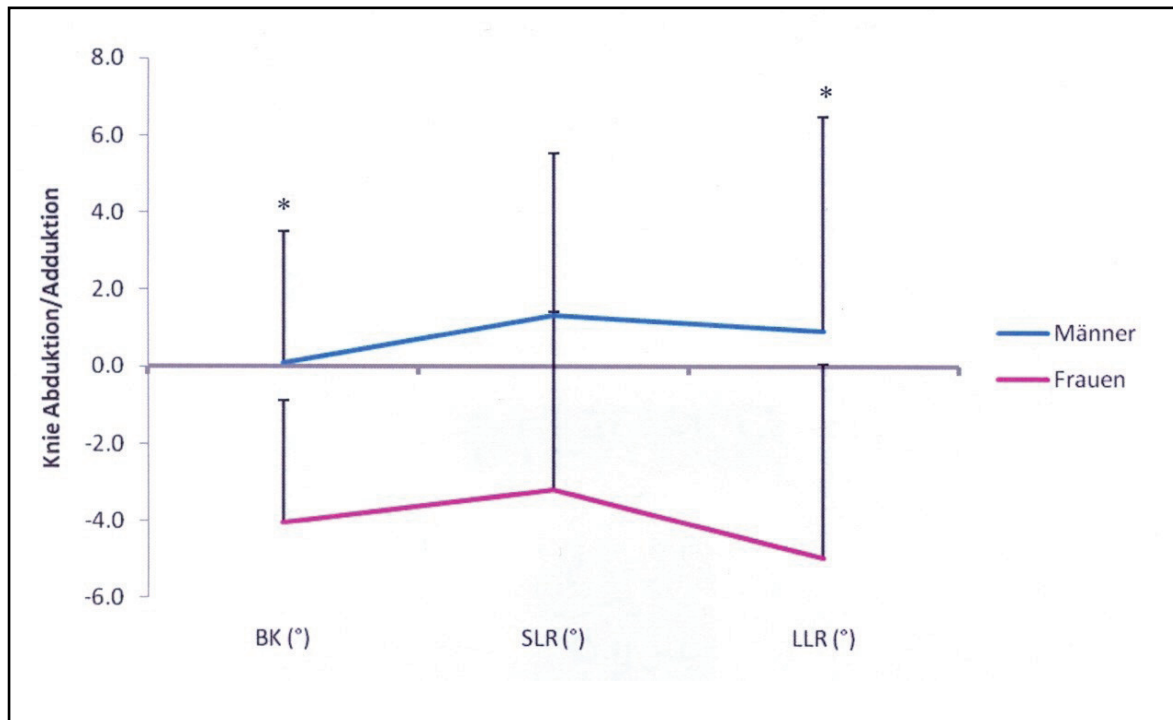


Abb. 1. Geschlechtsspezifischer Unterschied für die Kniegelenks-Adduktion zu den Zeitpunkten des Bodenkontaktes (BK), der short latency response (SLR) und der long latency response (LLR). \*Frauen zeigten signifikant größere Abduktionswerte als Männer ( $p < 0,05$ ).

## Diskussion

### Geschlechtsunterschiede

Zum Zeitpunkt des Fußaufsatzes und im weiteren Verlauf des Landevorgangs war die Abduktion des Kniegelenks stärker ausgeprägt bei den Frauen ( $-4,9 \pm 5^\circ$ ) als bei den Männern. Studien führen das erhöhte Verletzungsrisiko von Sportlerinnen darauf zurück, dass sie größere Knie-Valgus-Winkel als männliche Sportler aufweisen (Ford et al., 2005). So zeigte sich bei seitlichen Sprüngen, dass die Abduktion des Kniegelenks im Hinblick auf die Verletzungsprophylaxe entscheidend ist. Außerdem weisen die Männer bei der LLR eine weitaus stärkere Aktivität des M. gastrocnemius auf. Der M. gastrocnemius stabilisiert das Kniegelenk. Er entspringt mit seinen beiden Köpfen oberhalb der Femurkondylen und kontrahiert sich in der Abstoßphase des Beines, wenn Knie- und Sprunggelenk gleichzeitig gestreckt werden. Durch seine Kontraktion werden die Femurkondylen nach vorne gedrückt. Somit könnte dieser Unterschied in der neuromuskulären Kontrolle dazu beitragen, dass Frauen einem höheren Verletzungsrisiko bei seitlichen Sprüngen unterworfen sind.

## Antizipation der Bewegung

Der Einfluss von randomisierten Cutting-Bewegungen auf den Gelenkwinkel ist mit der Literatur zu vergleichen (Besier et al., 2003). Dies äußerte sich vor allem in kleineren Flexionswinkel für die Hüfte und für das Knie, was vermutlich zu einer größeren Steifigkeit führen sollte und damit zu einer besseren Gelenkkontrolle während der Durchführung dieser unsicheren lateralen Sprungbewegung. Weiterhin zeigten die Testpersonen in der Frontalebene eine größere Adduktion des Kniegelenks. Diese Strategie könnte dazu dienen, das mit der Knie-Abduktion assoziierte erhöhte Verletzungsrisiko in solchen unsicheren Landungen zu reduzieren.

## Belastungscharakteristika Einfluss

Die Knie- und Sprunggelenksflexion zeigten eine Zunahme bei den Versuchsbedingungen mit erhöhter Belastung. Dies könnte eine Strategie darstellen, die größere Belastung mit Hilfe von größeren Bewegungsamplituden dämpfen zu wollen. In der Versuchsbedingung mit reduzierter Belastung konnte zum Zeitpunkt der long latency response eine signifikant größere Knieabduktion mit einhergehender Sprunggelenkinversion beobachtet werden. Diese simulierte Rutschbedingung stellt demnach die gefährlichste Situation für Verletzungen.

Zum Abschluss zeigt die vorliegende Studie, dass die Abduktion des Kniegelenks und die kleinere Aktivität des m. gastrocnemius dazu beitragen, dass Frauen einem höheren Verletzungsrisiko bei seitlichen Sprüngen unterliegen. Dies lässt sich als sehr praxisrelevantes Untersuchungsergebnis interpretieren, da Richtungswechsel in vielen Ballsportarten ein Schlüsselement im Kampf eins gegen eins darstellen.

## Literatur

- Agel, J., Arendt, E.A. & Bershadsky, B. (2005). Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *The American journal of sports medicine*, 33, 524-530.
- Besier, T.F., Lloyd, D.G. & Ackland, T.R. (2003). Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Medicine and science in sports and exercise*, 35, 119-127.
- Ford, K.R., Myer, G.D., Toms, H.E. & Hewett, T.E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 37, 124-129.
- Landry, S.C., McKean, K.A., Hubley-Kozey, C.L., Stanish, W.D. & Deluzio, K.J. (2007). Neuromuscular and lower limb biomechanical differences exist between male and female elite adolescent soccer players during an unanticipated side-cut maneuver. *The American journal of sports medicine*, 35, 1888-1900.
- Sigward, S.M. & Powers, C.M. (2006). The influence of gender on knee kinematics, kinetics and muscle activation patterns during side-step cutting. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 21, 41-48.