

Zusammenfassung der Daten zur Fallstudien Untersuchung des KNEEPFLEXX Geräts

30. April 2010

Protokoll

Der Teilnehmer absolvierte zwei Runden Laufbandübungen, bei der ersten das Gerät tragend, die zweite ohne das Gerät. Die Runden wurden durch eine 15-minütige Erholung getrennt, um zu verhindern, dass ein Übermaß an Sauerstoffverbrauch nach der Übung der ersten Runde die metabolischen Messungen der zweiten Runde beeinträchtigt. In beiden Runden absolvierte der Teilnehmer 4-Minuten Phasen bei der Geschwindigkeit von 5.0 (Gehen) und 9.5 km/h (Joggen) auf einem motorisierten Laufband (HP Cosmos, Germany).

Physiologische Maße

Herzfrequenz (HR) und Sauerstoffaufnahme (VO_2) wurden regelmäßig erfasst, um jegliche Auswirkungen des Geräts auf das Gleichgewicht der Energiekosten beim Gehen und Joggen zu erfassen.

Biomechanische Maße

Reflektierende Marker wurden an den seitlichen Gelenkmitten des linken Sprunggelenks, des linken Knies und der linken Hüfte, ebenso an den entsprechenden Bereichen der Lage des großen Zehs und der Ferse an der Außenseite des Laufschuhs angebracht. Der Teilnehmer wurde während der Übung normal zur Ebene der Bewegung gefilmt, dazu wurde eine High-Speed-Digital Kamera (200 Frames pro Sekunde) verwendet. Das Filmmaterial wurde danach digitalisiert und dazu benutzt kinematische Variablen (Maximum, Minimum und Reichweite der Gelenkwinkel) vom Durchschnitt aus sechs Schritten in der letzten Minute jeder der vier-Minuten Übungsrunden, bei jeder Geschwindigkeit, mit und ohne Kniegerät zu berechnen.

Um die Muskelaktivierung der Waden- (lateraler Zwillingswadenmuskel; lateral Gastrocnemius), der hinteren Oberschenkel- (Beinbeuger; Biceps femoris), und der Quadrizeps- (gerader Schenkelmuskel; Rectus femoris) Muskelgruppen des Beins

während der Übung mit und ohne Kniegerät aufzuzeichnen, wurde eine Oberflächenelektromyographie (sEMG) angewendet.

Biomechanische Maße wurden benutzt, um jegliche Veränderungen des Gangs, die durch das Kniegerät ausgelöst werden könnten, zu erfassen.

Ergebnisse

Physiologische Reaktionen

Es gab keine aussagekräftigen Unterschiede bezüglich der metabolischen Reaktionen beim Gehen und Joggen mit oder ohne Kniegerät. In Tabelle 1 können die Durchschnittswerte der finalen Übungsminute bei jeder Geschwindigkeit in beiden Runden eingesehen werden.

Tabelle 1:

60-sekündige Durchschnittsherzfrequenz und VO_2 der finalen Minute von 4-Minuten Phasen der Laufbandübung mit und ohne Kniegerät bei 5.0 und 9.5 km/h.

Geschwindigkeit (km/h)	Variable	Mit Gerät	Ohne Gerät
5.0	HR (Schläge/min)	118	118
	VO_2 (ml/kg·min)	15	14
9.5	HR (Schläge/min)	175	179
	VO_2 (ml/kg·min)	36	36

Gelenkbereich der Bewegung

Das Kniegerät hat beim Gehen die maximalen oder minimalen Knie- oder Hüftwinkel nicht verändert. Beim Joggen wurde der minimale Kniewinkel mit dem Gerät verringert, was einen etwas größeren Grad an Kniebeugung andeutet. Die Daten der Gelenkwinkel werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2:

Maximale und minimale Winkel der Hüfte und des Knies während des Gehens (5.0 km/h) und Joggens (9.5 km/h) mit und ohne Kniegerät. Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Geschwindigkeit (km/h)	Gelenk	Mit Gerät		Ohne Gerät	
		Maximaler Winkel (°)	Minimaler Winkel (°)	Maximaler Winkel (°)	Minimaler Winkel (°)
5.0	Knie	180	166	180	165
	Hüfte	51.2	30.1	52.8	30.1
9.5	Knie	180	127	180	140
	Hüfte	59.3	31.6	60	33.2

Schrittlänge

Die Schrittlänge wurde während des Gehens nicht vom Kniegerät beeinflusst, während sie beim Joggen mit dem Gerät etwas verringert wurde (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3:

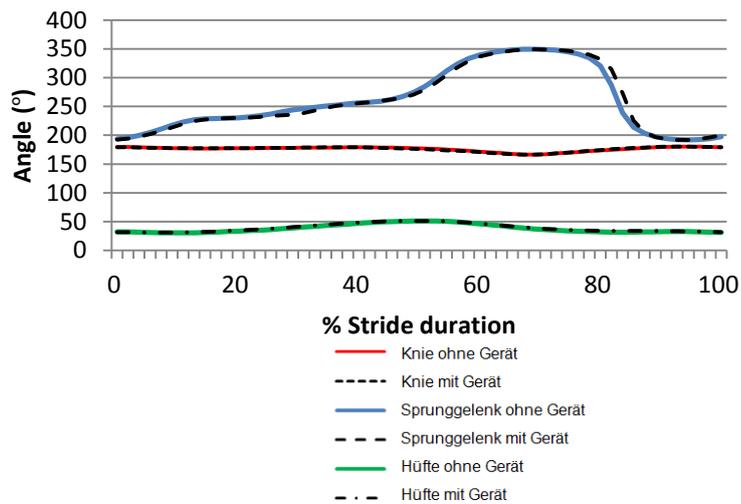
Schrittlänge mit und ohne Kniegerät während des Gehens (5.0 km/h) und Joggens (9.5 km/h). Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Geschwindigkeit (km/h)	Mit Gerät	Ohne Gerät
5.0	1.00 m	1.03 m
9.5	2.01 m	2.16 m

Gelenkwinkelverschiebung

Abbildung 1 und 2 zeigen die Winkelverschiebung des Hüft-, des Knie- und des Sprunggelenks über die Dauer eines Schrittes. Die Winkelverschiebung aller drei Gelenke ist unbeeinflusst während des Gehens mit dem Kniegerät (Abbildung 1). Beim Joggen trat die höchste Winkelverschiebung früher im Schritt auf, allerdings blieb das Ausmaß der Verschiebung unverändert (Abbildung 2).

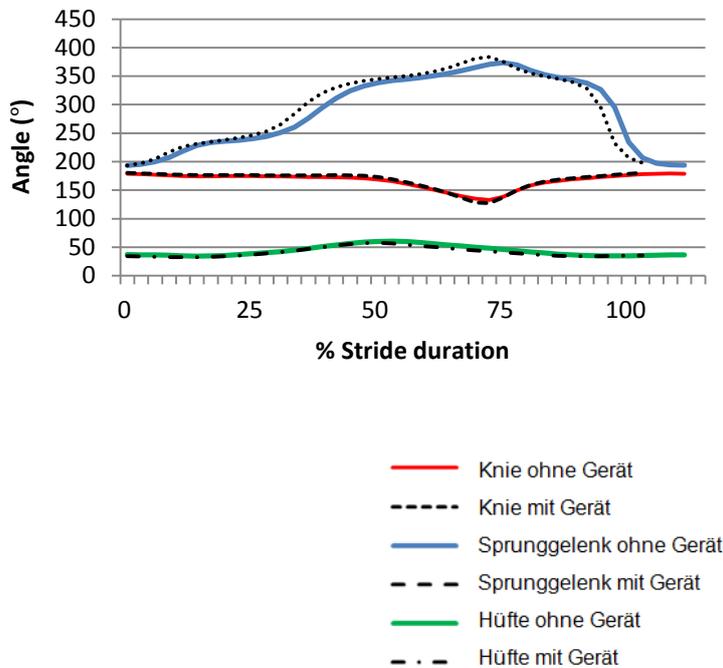
Abbildung 1:



y-Achse: Winkel (°); x-Achse: % Schrittdauer

Winkelverschiebung des Hüft-, des Knie-, und des Sprunggelenks, genormt auf die Schrittdauer während des Gehens mit und ohne Kniegerät bei 5 km/h. Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Abbildung 2:



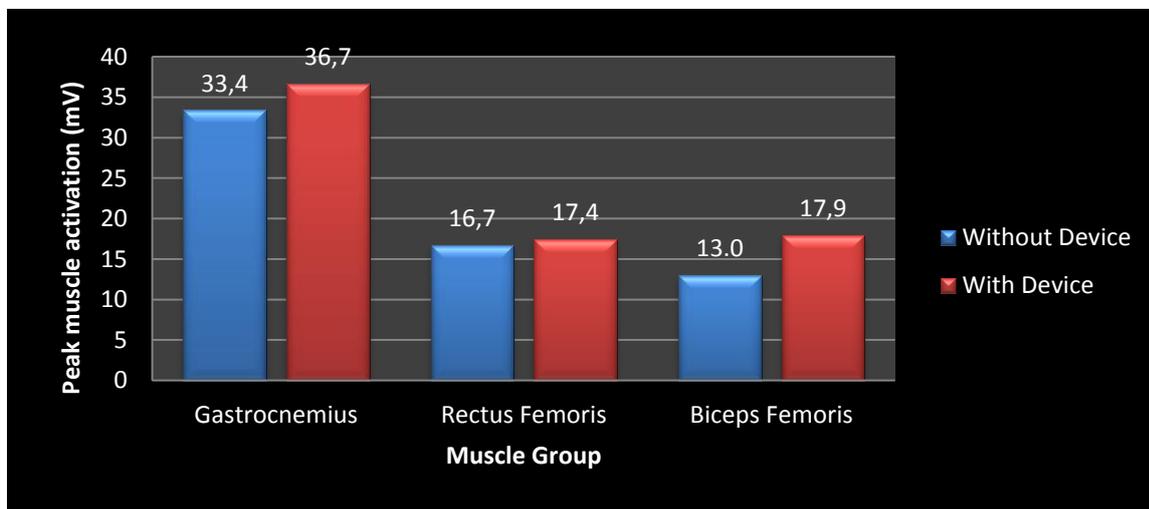
y-Achse: Winkel (°); x-Achse: % Schrittdauer

Winkelverschiebung des Hüft-, des Knie- und des Sprunggelenks, genormt auf die Schrittdauer während des Joggens mit und ohne Kniegerät bei 9.5 km/h. Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Muskelaktivität

Die höchste Muskelaktivierung war bei allen Muskelgruppen höher beim Gehen und Joggen mit dem Gerät. Das Ausmaß der Steigerung war überhöht beim Joggen. Bei der Geh-Geschwindigkeit war die größte Veränderung der Muskelaktivität des zweiköpfigen Muskels der hinteren Oberschenkelmuskulatur (Biceps femoris, Hamstrings) (38% höher als ohne das Gerät), im Gegensatz dazu war die Steigerung der Aktivität in der Wadenmuskulatur (Gastrocnemius) (9.8%) und des geraden Muskels des Oberschenkels (Rectus femoris, Quadrizeps) (4.2%) vergleichsweise klein. Beim Joggen steigerte sich die Aktivierung des Quadrizeps und der Wade erheblich mit dem Gerät (167% und 160% jeweils) mit einer kleineren Steigerung der Aktivierung der hinteren Oberschenkelmuskulatur (Hamstrings) (46%). Die höchste verzeichnete sEMG der Wadenmuskulatur (Gastrocnemius), des Quadrizeps (Rectus femoris) und der hinteren Oberschenkelmuskulatur (Biceps femoris) bei 5 km/h und 9.5 km/h werden jeweils in Abbildung 3 und 4 gezeigt.

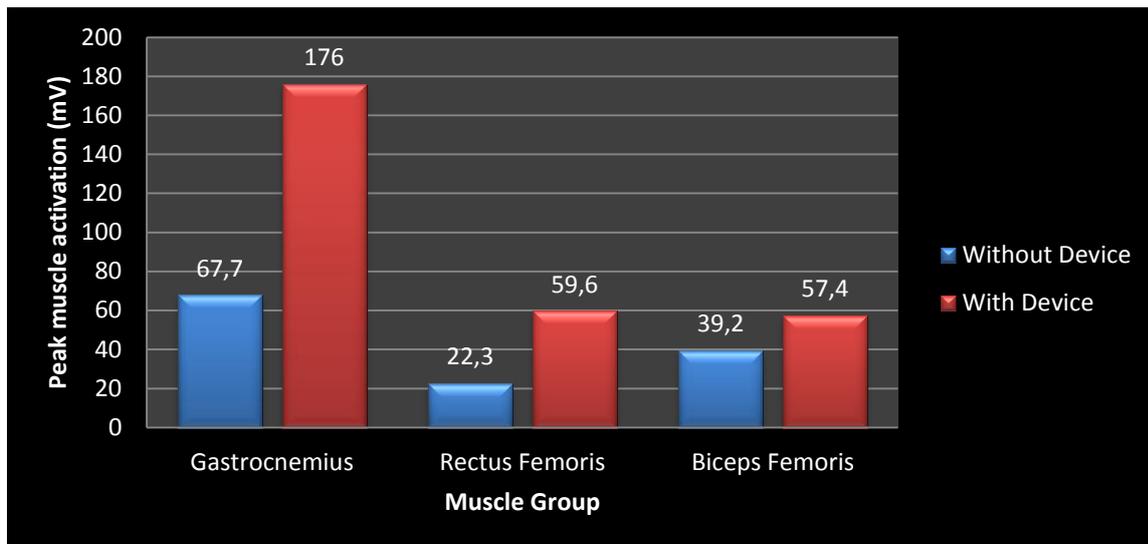
Abbildung 3:



y-Achse: Höchste Muskelaktivierung (mV); x-Achse: Muskelgruppen (Gastrocnemius, Rectus Femoris, Biceps Femoris); blau= ohne das Gerät; rot= mit dem Gerät

Die höchste verzeichnete sEMG von ausgewählten Muskelgruppen des Beins während des Gehens auf dem Laufband bei 5 km/h. Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Abbildung 4:



y-Achse: Höchste Muskelaktivierung (mV); x-Achse: Muskelgruppen (Gastrocnemius, Rectus Femoris, Biceps Femoris); blau= ohne das Gerät; rot= mit dem Gerät

Die höchste verzeichnete sEMG von ausgewählten Muskelgruppen des Beins während des Joggens auf dem Laufband bei 9.5 km/h. Die Daten sind der Schnitt aus sechs aufeinanderfolgenden Schritten während der finalen Minute der 4-Minuten Übungsphasen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die physiologische Antwort beim Gehen und Joggen wird durch das Tragen eines einzelnen Kniegeräts nicht verändert
- Der Gelenkbereich der Bewegung und die Gelenkwinkerverschiebung während eines gehenden Schrittes werden von dem Kniegerät nicht verändert
- Beim Joggen mit dem Kniegerät ist der höchste Kniebeugungswinkel vergrößert und die Schrittlänge verkürzt
- Die Winkelverschiebung des Sprunggelenks tritt früher im Schritt beim Joggen mit dem Kniegerät auf, vermutlich im Bezug auf die verringerte Schrittlänge.
- Die Muskelaktivierung scheint mit dem Kniegerät beim Gehen und Joggen gesteigert zu werden, dabei verändert sich der Umfang der Steigerung und die am meisten aktiven Muskelgruppen vom Gehen zum Joggen

Interpretation der Ergebnisse

Die Veränderungen der biomechanischen Variablen beim Gehen und besonders beim Joggen (wo die Veränderungen am deutlichsten waren) scheinen keine Veränderung im Gang des Beins mit dem Gerät zu spiegeln. Beim Joggen suggerieren die Veränderungen der höchsten Muskelaktivität, der gesteigerte maximale Kniebeugewinkel, die verringerte Schrittlänge und die frühere Winkelverschiebung des Sprunggelenks, dass das Bein, welches das Gerät trägt, aktiv höher vom Boden abgehoben wird, um dem sich schneller bewegenden Unterschenkel (was durch den verlängern- den Effekt des Kniegeräts verursacht wird) zu ermöglichen, dass es vorwärts schwingt ohne den Boden zu berühren. Die höhere Aktivität des geraden Muskels des Oberschenkels (Rectus femoris) der Quadrizeps Muskelgruppe zeigt gesteigerte Hüftbeugung, die hintereinander mit der gesteigerten Aktivität des zweiköpfigen Muskels (Biceps femoris) der hinteren Oberschenkelmuskulatur (Hamstrings), gleichzeitig die Hüfte und das Knie beugt und dabei den Fuß deutlich vom Boden erfolgreich abhebt, um dem schneller vorwärts schwingenden Unterschenkel das Schwingen zu ermöglichen ohne, dass der Fuß den Boden berührt. Der Wadenmuskel (Gastrocnemius) ist dann gewaltsam und exzentrisch aktiviert bei dem Versuch den schnell schwingenden Schenkel des Unterschenkels zu bremsen. Dies ist teilweise erfolgreich, da es von der kürzeren Schrittlänge angedeutet wird. Beim Interpretieren der Steigerungen der höchsten Muskelaktivierung sollte man Vorsicht walten lassen.

Empfehlungen

Es sollte daran gedacht werden, dass diese Daten Tendenzen von nur einem Teilnehmer zeigen. Um bezüglich der Effekte des Kniegeräts sicher zu gehen sollte eine Großstudie durchgeführt werden mit mehreren Teilnehmern, die nicht über das Gerät oder seine möglichen Effekte Bescheid wissen. Das Gerät sollte außerdem an beiden Beinen gleichzeitig getragen werden, um jegliche Gang Veränderungen vollständig zu untersuchen.