

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUL BIOMECHANIK DES GANGBILDES

Didaktische Einheit D: INSTRUMENTELLE ANALYSE DES GANGS

D.4 NÜTZLICHKEIT DER BIOMECHANISCHEN
INSTRUMENTELLEN ANALYSE DES GANGS



D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

INDEX

- I. Ziele
- II. Inhalt:
 - 1. Klinische Anwendung
 - 2. Nützlich in der Sportanalyse
 - 3. Auswirkungen auf die Ergonomie
 - 4. Assistenz in der Rechtsmedizin
- III. Wichtige Ideen
- IV. Referenzen

D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

I. ZIELE

I. ZIELE

- 1) Untersuchung der klinischen Anwendung der instrumentierten biomechanischen Ganganalyse und der verschiedenen Forschungsdesigns, in denen sie eingesetzt wird.
- 2) Die Anwendung der instrumentierten biomechanischen Ganganalyse im Sportbereich und die Informationen, die sie Sportlern und Trainern liefert, zu analysieren.
- 3) Die praktische Anwendung im Bereich der Ergonomie zu untersuchen und beispielhaft zu zeigen, wie die instrumentierte biomechanische Ganganalyse die Arbeitsbedingungen verbessern kann.
- 4) Untersuchung, wie die instrumentierte biomechanische Ganganalyse in der Rechtsmedizin angewendet wird, wo eine Dysfunktion charakterisiert werden muss, um einen Grad der Arbeitsunfähigkeit oder eine finanzielle Entschädigung zu bestimmen.

D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

II. INHALT

II.1 Klinische Anwendung der biomechanischen instrumentierten Ganganalyse.

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Welchen Nutzen hat die instrumentierte Ganganalyse in der medizinischen Praxis?



Zur Charakterisierung der
Population

Zur Unterstützung der
medizinischen Diagnose

Zur Beurteilung der Wirksamkeit
von medizinischen und
physikalischen
Rehabilitationsbehandlungen

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Charakterisierung der Bevölkerung



Wie unterschiedlich ist der Gang von Menschen mit einer Krankheit im Vergleich zu Menschen mit ähnlichen Merkmalen, die aber gesund sind?

Wie entwickelt sich das Gangbild im Verlauf einer Pathologie?

Welche Normalitätswerte sollten wir bei der Anwendung einer Gangbehandlung erreichen?

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Charakterisierung der Bevölkerung

Beispiel

Diabetes mellitus



Gait changes in persons with diabetes: Early risk marker for diabetic foot ulcer



Saraswathy Gnanasundaram^{a,*}, Priyadharshini Ramalingam^a, Bhabendra Nath Das^b, Vijay Viswanathan^c

Periphere Neuropathie

Vaskulopathie

Fußdeformitäten

Fußgeschwür

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Charakterisierung der Bevölkerung

Beispiel

Wie ist das dynamische plantare Druckprofil von Personen mit Diabetes ohne Neuropathie und der diabetischen Neuropathie, verglichen mit der gesunden Kontrolle?

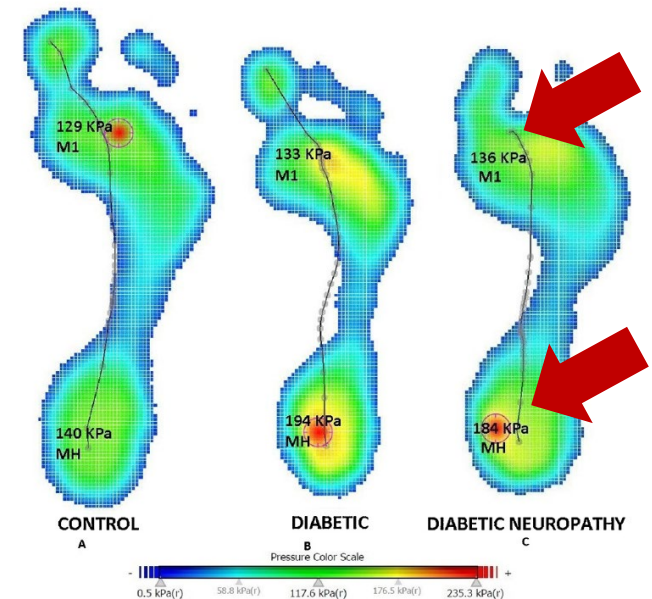
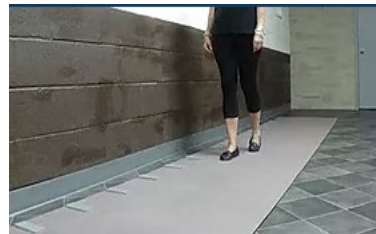


Abbildung 1 - instrumentiertes Gehwegbeispiel (GAITrite) und Oberflächenergebnisse des Fußkontakts beim Gehen (Gnanasundaram et al. 2020)

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

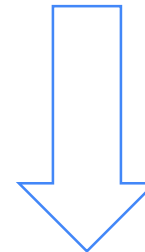
Instrumentierte Ganganalyse in der medizinischen Diagnose und Entscheidungsfindung

Wie sollte ich bei meinem Patienten intervenieren?

Ich brauche eine Analyse seines Ganges!



Diagnose



Medizinische
Behandlung

Zusätzliche
Informationen



II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse in der medizinischen Diagnose und Entscheidungsfindung

74

Acta Orthopaedica 2007; 78 (1): 74–80

Beispiel

60 Kinder zwischen 4 und 18 Jahren mit zerebraler Lähmung



Preoperative gait analysis has a substantial effect on orthopedic decision making in children with cerebral palsy

Comparison between clinical evaluation and gait analysis in 60 patients

Bjørn Lofterød¹, Terje Terjesen², Ingrid Skaaret¹, Ann-Britt Huse¹ and Reidun Jahnsen¹

Sie hatten einen spezifischen chirurgischen Plan skizziert



3-dimensionale Kinematik- und Kinetik-Analyse



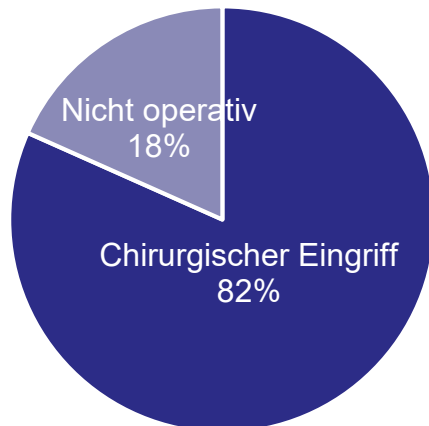
Wie hat sich der Operationsplan nach der Ganganalyse geändert?

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

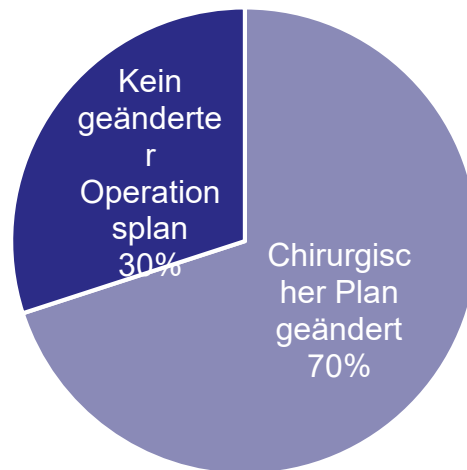
Instrumentierte Ganganalyse in der medizinischen Diagnose und Entscheidungsfindung

Beispiel

Änderungen nach Ganganalyse



Teilnehmer n = 60



Surgical procedure	Number recommended	
	before gait analysis	after gait analysis
Psoas	25	39
Adductors	32	14
Hamstrings	46	38
Rectus femoris	36	53
Gastrocnemius	61	46
Foot and ankle	14	12
Femoral osteotomy	32	16
Tibial osteotomy	7	3
Total	253	221

13%

Abbildung 2 - Ergebnisse aus Lofterød et al. 2015

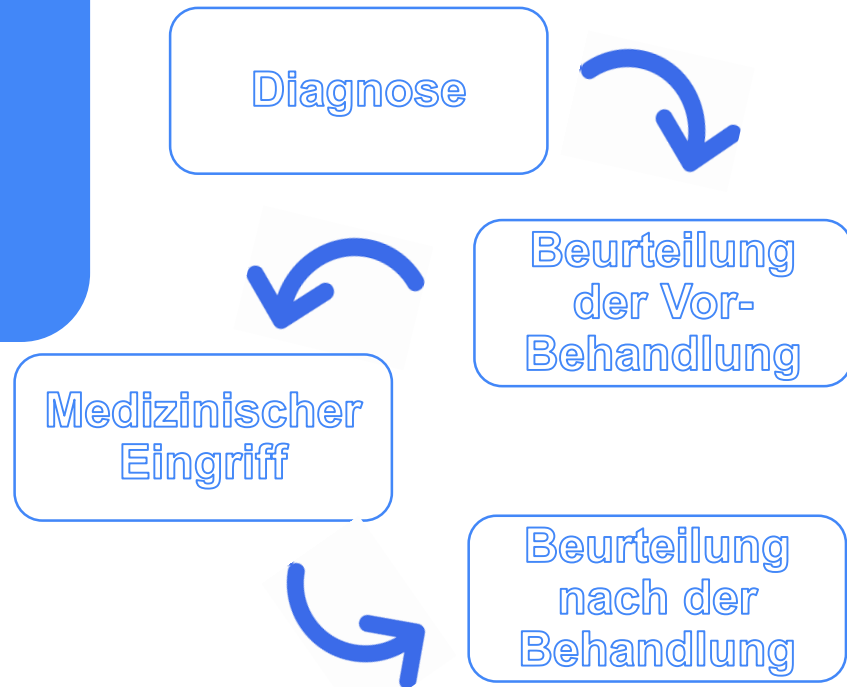
II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Beurteilung der Wirksamkeit von Behandlungen



Wie effektiv ist meine medizinische Behandlung?

Ist Behandlung A wirksamer als Behandlung B?



II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Beurteilung der Wirksamkeit von Behandlungen

Beispiel



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Clinical Biomechanics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clinbiomech



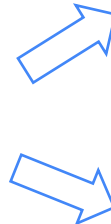
Biomechanical analysis on total knee replacement patients during gait:
Medial pivot or posterior stabilized design?



Francesco Esposito^{a,b,*}, Marco Freddolini^e, Massimiliano Marcucci^{a,c,d}, Leonardo Latella^{a,c},
Andrea Corvi^{a,b}



Instrumentierte
Ganganalyse



Instrumentierte
Ganganalyse

II.1 KLINISCHE ANWENDUNG

Instrumentierte Ganganalyse zur Beurteilung der Wirksamkeit von Behandlungen

Beispiel

Beide Prothesen verringerten die Gehgeschwindigkeit, reduzierten die Schrittlänge und erhöhten die Standzeit im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Reduktion der Kniebeugung und des Beugemoments bei Patienten mit Medialem Pivot-Mechanismus.

Bei Patienten mit Medialem Pivot wurde eine längere Muskelaktivität des Rectus femoris beobachtet als bei Patienten mit Posteriorer Stabilisierung.

Mediale Pivot-Prothese, verursacht ein weniger starres Knienmuster als die Posterior Stabilized Prothese und scheint die physiologische Kondylenbewegung als Gangparameter besser zu reproduzieren

D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

II. INHALT

II.2 Nützlichkeit der biomechanischen instrumentierten Ganganalyse in der Sportwissenschaft

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Welchen Nutzen hat die instrumentierte Ganganalyse in der Sportwissenschaft?



Analyse der sportlichen Geste

Verletzungsprävention

Effektivität von körperlicher
Aktivität und Sport

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse bei Sportgesten



Abbildung 3 - Racewalking-Veranstaltung. Bild aus The New York Times.

Langstreckendisziplin innerhalb der Leichtathletik

Ein Bein muss mit dem Boden in Kontakt sein

das Knie muss vom ersten Kontakt mit dem Boden bis zur "senkrechten aufrechten Position" vollständig gestreckt sein.

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT




Ganganalyse bei Sportgesten

Beispiel



Article

Automatic Detection of Faults in Race Walking: A Comparative Analysis of Machine-Learning Algorithms Fed with Inertial Sensor Data

Juri Taborri ^{1,*}, Eduardo Palermo ² and Stefano Rossi ¹

Bestimmen Sie die leistungsfähigsten Klassifikatoren für die automatische und objektive Erkennung illegaler Schritte aus der instrumentierten Ganganalyse mit Inertialsensoren.



Abbildung 4 - Platzierung der IMUs (orangefarbene Sonden) an einem Athleten während des Versuchsablaufs. Bild aus Taborri et al. 2018.

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse bei Sportgesten

Beispiel



Kontrolle durch Beobachtung

Verlust des Kontakts



Kniebeuge

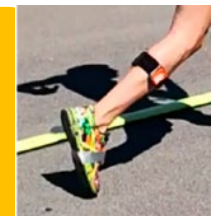


Normales Gangbild

Verlust Kontakt

Kniebeuge

Lineare Beschleunigung



II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse zur Untersuchung von Verletzungszuständen

Beispiel

Effects of Hiking Downhill Using Trekking Poles while Carrying External Loads

MICHAEL BOHNE¹ and JULIANNE ABENDROTH-SMITH²

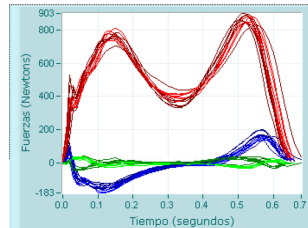
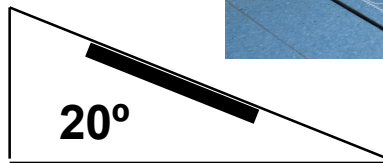
¹Western Illinois University, Macomb, IL; and ²Willamette University, Salem, OR



II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse zur Untersuchung von Verletzungszuständen

Beispiel



Mit Stangen: Reduzierung der Momente an jeder der Verbindungen

Mit Stöcken: Reduzierung der Kraftaufnahme für Knöchel und Knie

Packs führten nur zu einer größeren Stromerzeugung an der Hüfte.

Mit Masten

Ohne Pole

Keine Packung

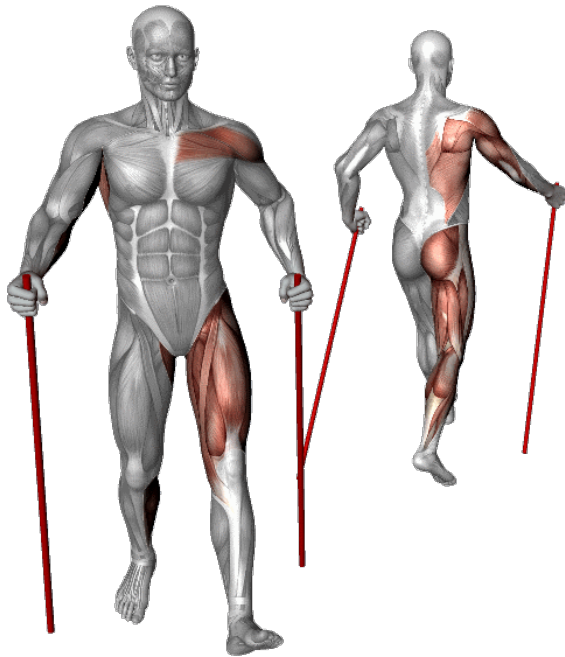
Pack 15% BW

Pack 30% BW

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse zur Beurteilung der Wirksamkeit von körperlicher Aktivität und Sport

Beispiel



Original Article

Does Nordic walking improves the postural control and gait parameters of women between the age 65 and 74: a randomized trial

PIOTR KOCUR, PhD^{1)*}, MARZENA WIERNICKA, PhD¹⁾, MACIEJ WILSKI, PhD²⁾, EWA KAMINSKA, PhD¹⁾, LECH FURMANIUK, PhD¹⁾, MARTA FLIS MASLOWSKA, PhD¹⁾, JACEK LEWANDOWSKI³⁾



Aktive Bewegung der Arme



Mehr Muskelanteil



Wie wirkt sich das auf die Asymmetrie der Bewegungen der oberen und unteren Gliedmaßen bei der Parkinson-Krankheit aus?

Abbildung 5 - Animation der Muskeln, die an der Entwicklung des Nordic Walking beteiligt sind (Bild von <http://b.nw.free.fr>)

II.2 NUTZBARKEIT IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Ganganalyse zur Beurteilung der Wirksamkeit von körperlicher Aktivität und Sport

Beispiel

14 Teilnehmer

11 Wochen / zwei wöchentliche Sitzungen von NW

3D-Bewegungsanalyse-System

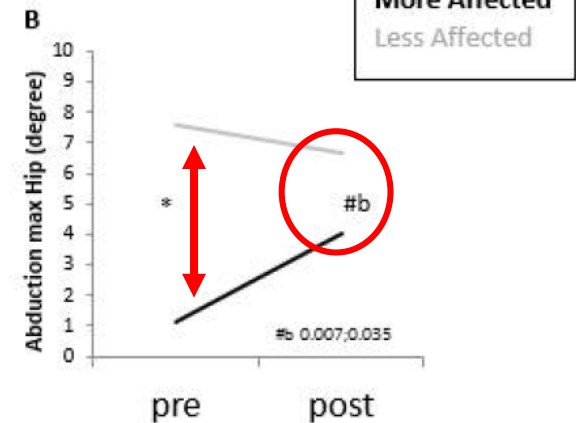
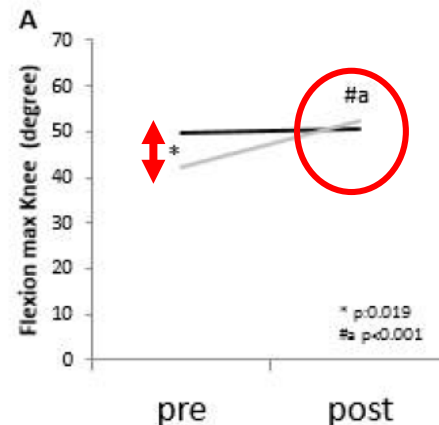
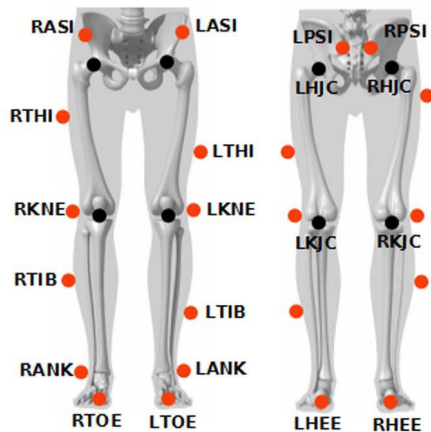


Abbildung 6 - Plug-in-Gait Full-Body mit fünfunddreißig Landmarkern. (Bild aus Baudet et al. 2014)

Abbildung 7 - Ergebnisse aus Kocur et al. 2019

D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

II. INHALT

II.3 Ergonomische Implikationen der biomechanisch instrumentierten Ganganalyse

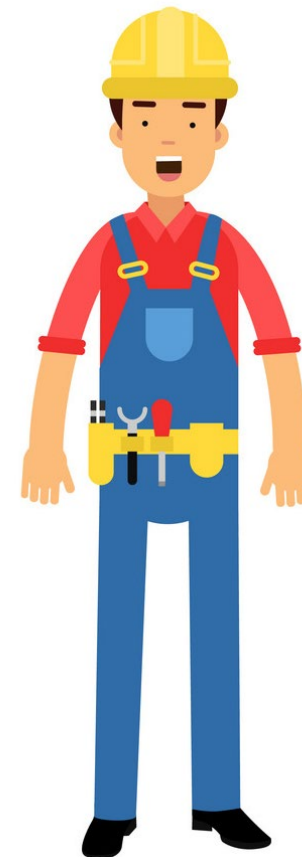
II.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ERGONOMIE

Ergonomie

Ist die wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Menschen und anderen Elementen eines Systems befasst, und der Beruf, der Theorie, Prinzipien, Daten und Methoden auf das Design anwendet, um das menschliche Wohlbefinden und die gesamte Systemleistung zu optimieren.

Physikalische Anforderungen und Risiken gemessen durch biomechanische Werkzeuge.

Gehen und Stehen ist ein wesentlicher Bestandteil vieler Arbeitsplätze.



II.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ERGONOMIE

Beispiel

Ergonomics, Vol. 48, No. 4, 15 March 2005, 380–398



Modulation of mechanical and muscular load by footwear during catering

U. G. KERSTING*†, L. JANSSEN‡, H. BÖHM§, G. M. MOREY-KLAPSING¶ and G.-P. BRÜGGEMANN¶

70 % der berufsbedingten Fehltage beziehen sich auf Traumata des Sprunggelenks oder Überlastungen des Beins, Knies und des unteren Rückens.

Erhöhtes Auftreten in Servicebereichen im Freien

Untersuchung der biomechanischen Belastung der unteren Extremität und des unteren Rückens während des Catering-Service beim Tragen verschiedener Schuhtypen.

II.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ERGONOMIE

Beispiel



16 erfahrene Kellner

Drei Arten von Boden

Ge-
pflastert

Schot-
ter

PVC

Drei Arten von Schuhwerk

Lässig

Neutral

Funktional



Abbildung 7 - Instrumentierung
aus Kersting U. et al. 2015

Oberflächen-EMG: Tibialis anterior, Gastrocnemius medialis, Peroneus longus

Beschleunigungssensor, der an der vorderen Tibiaseite jedes Beins befestigt ist

Maßgefertigtes In-Schuh-Goniometer

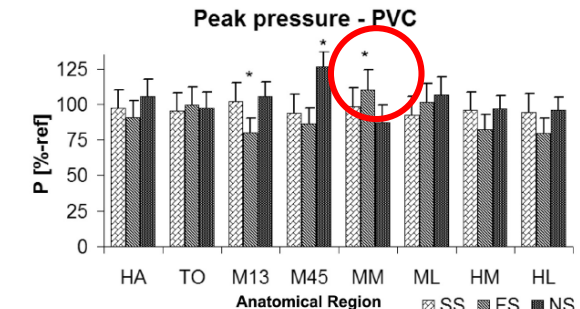
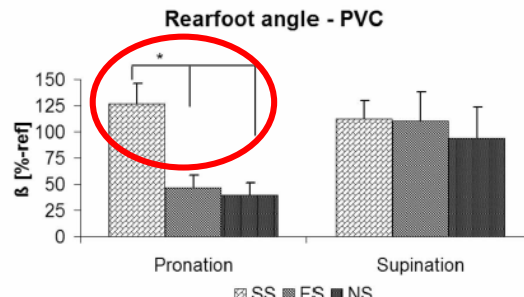
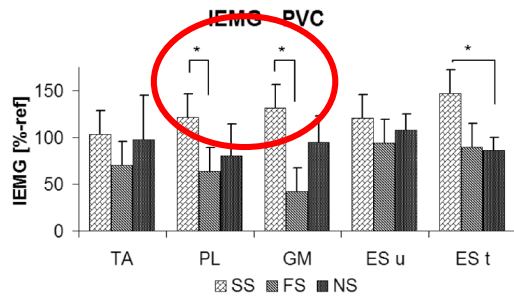
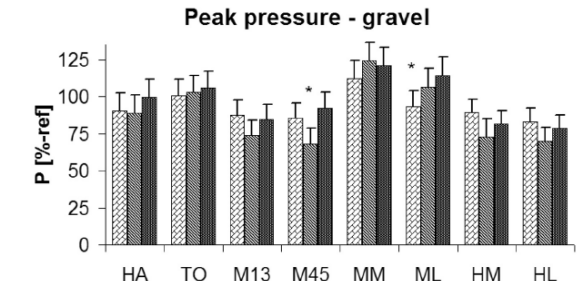
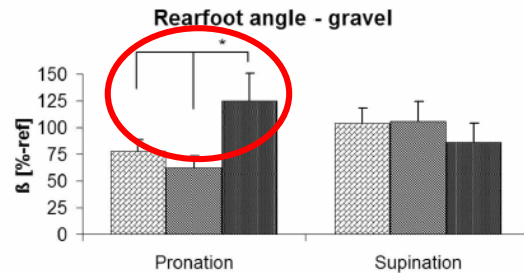
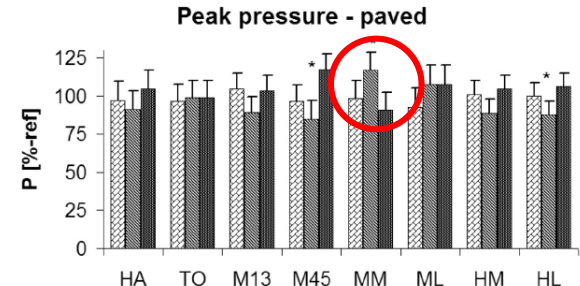
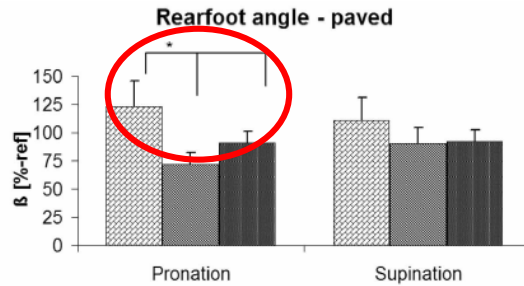
Plantardruck im Schuh (99 Sensoren pro Einlegesohle und 50 Hz)

II.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ERGONOMIE

Beispiel

Schuhe und Oberfläche haben einen Einfluss auf den Gang

Die Unterschiede zwischen den Schuhen nehmen in kritischen Situationen zu



D.4 In welchen Fällen und wie kann eine biomechanische instrumentelle Analyse sinnvoll sein?

II. INHALT

II.4 Biomechanische instrumentierte Ganganalyse zur Unterstützung der Rechtsmedizin

II.4 UNTERSTÜTZUNG IN DER RECHTSMEDIZIN

Malingering

Ist die Verfälschung oder starke Übertreibung einer (körperlichen oder geistigen) Krankheit, um sich externe Vorteile zu verschaffen, wie z. B. die Vermeidung von Arbeit oder Verantwortung, die Suche nach Drogen, die Vermeidung eines Prozesses (vor Gericht), die Suche nach Aufmerksamkeit, die Vermeidung des Militärdienstes, die Beurlaubung von der Schule, die bezahlte Beurlaubung von einer Arbeitsstelle und andere.

Ist keine psychiatrische Störung!



II.4 UNTERSTÜTZUNG IN DER RECHTSMEDIZIN



Modi des Malingings

- Verursachte Krankheit
- Vermeintliche Krankheit
- Immissionierte Krankheit
- Übertriebene Krankheit
- Unterstellte Krankheit
- Versteckte Krankheit

II.4 UNTERSTÜTZUNG IN DER RECHTSMEDIZIN

Beispiel 1



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Gait & Posture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gaitpost



Short communication

Interpreting sources of variation in clinical gait analysis: A case study



Stephanie L. King^a, Gabor J. Barton^{a,*}, Lakshminarayan R. Ranganath^b

Besprechen Sie die Quellen von Gangabweichungen während einer Ganganalyse, um auf objektive Weise das Simulantentum eines Patienten zu identifizieren.

Gangabweichung aufgrund von experimentellen Fehlern

Eine echte Gangabweichung ist eine vertrauenswürdige Abnormität

Gewollte oder nicht-habituelle Gangabweichungen werden vom Patienten simuliert

Patient mit schwerer Osteoarthritis

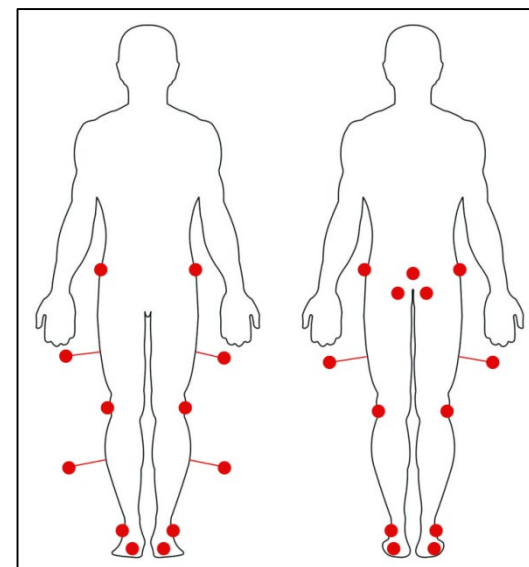


Abbildung - Konfiguration des Helen Hayes-Markierungssatzes

II.4 UNTERSTÜTZUNG IN DER RECHTSMEDIZIN

Beispiel 1

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

CV → coefficient of variation

σ → standard deviation

μ → mean

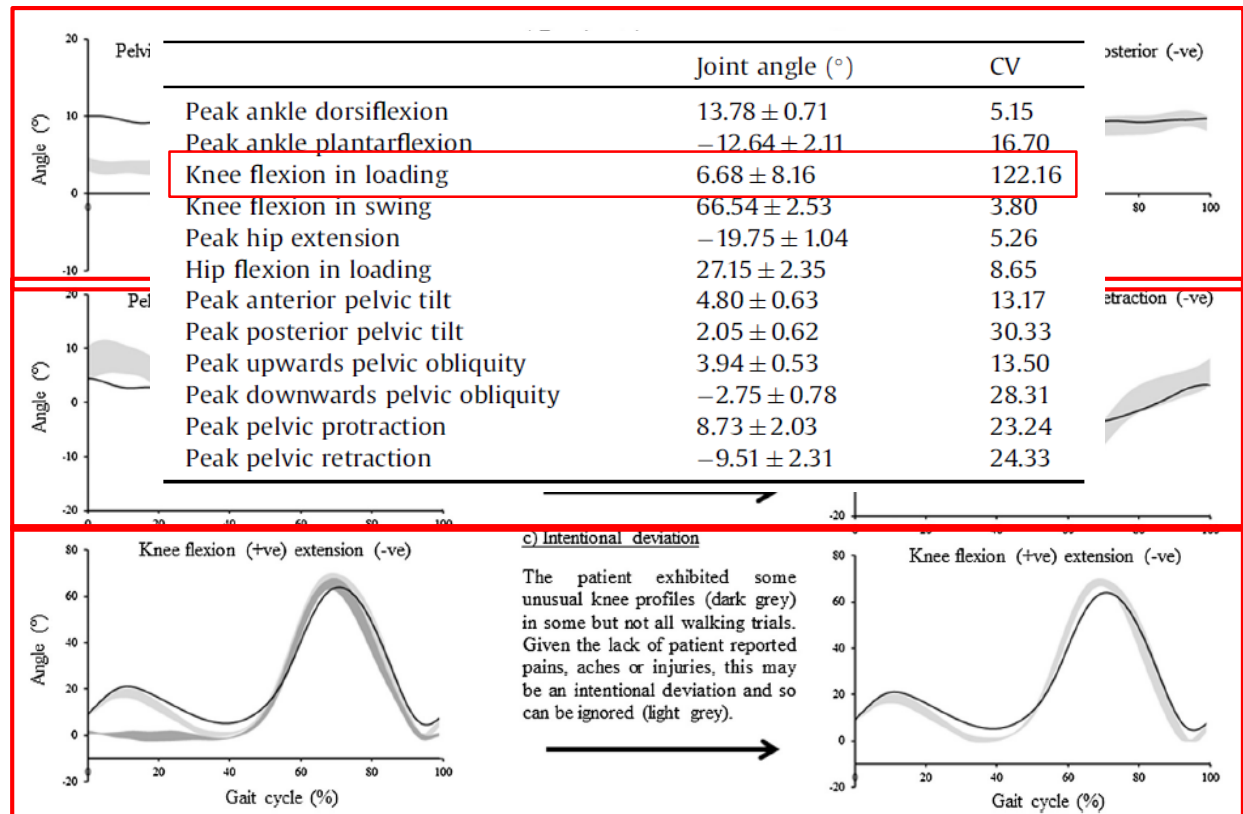


Abbildung - Ergebnisse aus King S. et al. 2017

Instrumentierte Analyse des Gangs - Klinische Anwendung

III. SCHLÜSSELIDEEN

III. SCHLÜSSELIDEEN

- 1) Die instrumentierte biomechanische Beurteilung des Gangs ist in der Medizin nützlich, da sie die Charakterisierung der Bevölkerung, die Unterstützung der medizinischen Diagnose und Entscheidungsfindung sowie die Bewertung der Wirksamkeit von medizinischen und rehabilitativen Gangbehandlungen ermöglicht.
- 2) Im Sportbereich ermöglicht uns die instrumentierte biomechanische Gangbewertung die Analyse der sportlichen Geste, der Leistungsbedingungen, die zu Verletzungen führen können, und der Auswirkungen der sportlichen Aktivität selbst auf die Bevölkerung. Diese Informationen sind bei Sportarten wie Race-Walking, Wandern oder Nordic Walking nützlich.
- 3) Im Bereich der Ergonomie erlaubt die instrumentierte biomechanische Gangbeurteilung, die Auswirkungen der Arbeitsbedingungen auf die unteren Extremitäten und die Lendenwirbelsäule zu analysieren, wobei Veränderungen in der Kleidung des Arbeiters oder in den Elementen, die den Arbeitsplatz umgeben, wie die Art des Bodens oder die anspruchsvollsten Handlungen, klar identifiziert werden können.
- 4) Innerhalb der Rechtsmedizin ermöglicht die instrumentierte biomechanische Gangauswertung die Identifizierung von abnormalen und inkonsistenten Bewegungsmustern, die mit der Simulation zusammenhängen und in der Regel durch eine große Variabilität der aufgenommenen Wiederholungen gekennzeichnet sind.

Instrumentierte Analyse des Gangs - Klinische Anwendung

IV. REFERENZEN

IV. REFERENZEN

- 1) Gnanasundarama S, Ramalingama P, Nath Dasb B, Viswanathanc V. Gait changes in persons with diabetes: Early risk marker for diabetic foot ulcer. *Foot and Ankle Surgery* 26 (2020) 163–168.
- 2) Lofterød B, Terjesen T, Skaaret I, Huse A, Jahnsen R. Preoperative gait analysis has a substantial effect on orthopedic decision making in children with cerebral palsy: Comparison between clinical evaluation and gait analysis in 60 patients. *Acta Orthopaedica* 2007; 78 (1): 74–80.
- 3) Espositoa F, Freddolinie M, Marcuccia M, Latellaa L, Corvia A. Biomechanical analysis on total knee replacement patients during gait: Medial pivot or posterior stabilized design? *Clinical Biomechanics* 78 (2020) 105068.
- 4) Kulshrestha V, Sood M, Kanade S, Kumar S, Datta B, Mittal G. kinemat Early Outcomes of Medial Pivot Total Knee Arthroplasty Compared to Posterior-Stabilized Design: A Randomized Controlled Trial. *Clinics in Orthopedic Surgery* 2020;12:178-186.
- 5) Taborri J, Palermo E, Rossi S. Automatic Detection of Faults in Race Walking: A Comparative Analysis of Machine-Learning Algorithms Fed with Inertial Sensor Data. *Sensors* 2019, 19, 1461.
- 6) Bohne M, Abendroth-Smith J. Effects of Hiking Downhill Using Trekking Poles while Carrying External Loads. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: January 2007 - Volume 39 - Issue 1 - p 177-183.

IV. REFERENZEN

- 7) Kocur P, Wiernicka M, Wilski M, Kaminska E, Furmaniuk L, Flis Maslowska M, Lewandowski J. Does Nordic walking improve the postural control and gait parameters of women between the age 65 and 74: a randomized trial. *J. Phys. Ther. Sci.* 27: 3733–3737, 2015.
- 8) Baudet A, Morisset C, d’Athis P, Maillefert J, Casillas J, Ornetti P, Laroche D. Cross-Talk Correction Method for Knee Kinematics in Gait Analysis Using Principal Component Analysis (PCA): A New Proposal. *PlosOne*, July 2014. Volume 9, Issue 7. e102098.
- 9) Kersting U, Janshen L, Bohm H, Morey-klapsing G, Bruggemann G. Modulation of mechanical and muscular load by footwear during catering. *Ergonomics*, Vol. 48, No. 4, 15 March 2005, 380 – 398.
- 10) Adam A, Verdú F. La simulación en medicina legal: una relación de casos malingering in legal medicine: a list of cases. *Gac. int. cienc. forense* ISSN 2174-9019. Nº 10. Enero-Marzo, 2014.
- 11) Díaz Salazar C. Simulation and deception in assessing practice. *Med Segur Trab (Internet)* 2014; 60 (235) 379-391.
- 12) King S, Barton G, Ranganath L. Interpreting sources of variation in clinical gait analysis: A case study. *Gait & Posture* 52 (2017) 1–4.



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

