

HASOMED

RehaWatch[®]

Mobile Ganganalyse



Wozu Ganganalyse?

Ganganalyse - ein wichtiges Instrument in der Rehabilitation und Physiotherapie

Eine Ganganalyse soll einfach anwendbar sein und in kurzer Zeit objektive Ergebnisse liefern. Diese dokumentieren den Therapieverlauf und den individuellen Therapieerfolg. Die in Kliniken und Therapieeinrichtungen meist angewendeten Methoden sind die visuelle Gangbeobachtung sowie verschiedene Arten der gerätegestützten Ganganalyse.

Eine visuelle Gangbeobachtung ist ohne viel Aufwand durchführbar. Sie unterliegt jedoch subjektiven Einflüssen in der Wahrnehmung des Therapeuten.

Dadurch steigt die Interpretierbarkeit und sinkt die Validität des beobachteten Gangbildes.

Eine gerätegestützte Ganganalyse dagegen liefert objektive Daten. Hierbei kommen insbesondere Druckmesssysteme oder Videoanalysen zum Einsatz. Allerdings übersteigt dies meist die engen zeitlichen und personellen Möglichkeiten im Klinikalltag.

Die erhaltenen Datenmengen sind oft komplex und schwer zu überschauen, so dass das Filtern von therapie relevanten Parametern erschwert wird. Problematisch erweist sich zudem der Umstand, dass viele Systeme ein spezielles Ganglabor benötigen und somit nicht flexibel einsetzbar sind.

RehaWatch verbindet die Vorteile beider Analysemethoden: Es liefert objektive und wissenschaftlich exakte Ergebnisse mit Referenzwerten von über 1.800 Probanden. Die Ganganalyse dauert weniger als zehn Minuten und benötigt lediglich eine gerade Messstrecke. RehaWatch ist tragbar und kann somit universell eingesetzt werden. RehaWatch bietet Ihnen wissenschaftliche Exaktheit und ist schnell und einfach anwendbar.

Wo kommt RehaWatch zur Anwendung?

Überall, wo Betroffene mit Störungen des Gangbildes rehabilitiert oder therapiert werden, kommt in der Regel eine Ganganalyse zum Einsatz.

Die Ursachen für derartige Pathologien können dabei vielfältig sein.

So können Gangbildstörungen infolge von Lähmungserscheinungen nach Schlaganfällen oder Rückenmarksverletzungen entstehen.

Im Rahmen der endoprothetischen Versorgung kommt es oftmals zu therapie relevanten Gangkomplifikationen. Die Veränderung des physiologischen Ganges ist zudem ein bekanntes Problem in der Geriatrie.



Welche Daten liefert mir RehaWatch?

RehaWatch konzentriert sich auf die Aspekte des Gehens, die als Indikator für die Qualität des Ganges angesehen werden können. Dazu wird die Bewegung der Füße, speziell die auftretenden Beschleunigungen und Winkelgeschwindigkeiten, während des Gehens gemessen und daraus ein Satz von Gangvariablen berechnet.

- Doppelschrittdauer (s)
- Winkel: Boden-Fuß (°)
- Doppelschrittlänge (m)
- Fußhöhe & Zirkumduktion (cm)
- Geschwindigkeit (ms⁻¹)
- Kadenz (min⁻¹)



Gangphasen (Modell nach Perry)

- Perioden
- funktionelle Aufgaben
- Einzelphasen

Hinsichtlich des Links-Rechts-Vergleichs der Gangparameter ist es möglich, die Symmetrie berechnen zu lassen. Zusätzlich erkennt die Software, ob und wie oft der Patient mit dem Vorfuß zuerst aufsetzt und ob ein vorzeitiges Fersenablösen erfolgt. Alle gewonnenen Gangparameter können in andere Dateiformate (z.B. Excel) zur weiteren statistischen Auswertung exportiert werden. Die Daten für jeden einzelnen Schritt können separat analysiert werden.

Woraus besteht RehaWatch?

Ein Datalogger, ein Paar Fußhalterungen mit Sensoren sowie eine Analysesoftware

Der Datalogger ist das Grundgerät. Er dient zur Steuerung der Messungen und als Zwischenspeicher für die Messwerte.

Das Hasomed Ganganalysesystem RehaWatch nutzt Inertialsensoren. Inertialsensoren sind Sensoren, die die Trägheit der Masse nutzen, um Bewegungsänderungen zu detektieren. Accelerometer dienen zur Messung der Beschleunigung und Gyroskope zur Messung der Winkelgeschwindigkeit.

Zur Befestigung der Sensoren dient eine Fußhalterung, deren Funktionsweise einem Schuh mit Klettverschluss ähnelt. Die Fußhalterungen bestehen aus strapazierfähigem und hautfreundlichem Material. Sie werden einfach am Schuh angelegt und mit Hilfe der Klettverschlüsse am Fußrücken so fixiert, dass sie den Patienten nicht behindern oder drücken, aber auch nicht am Schuh herunterrutschen können.

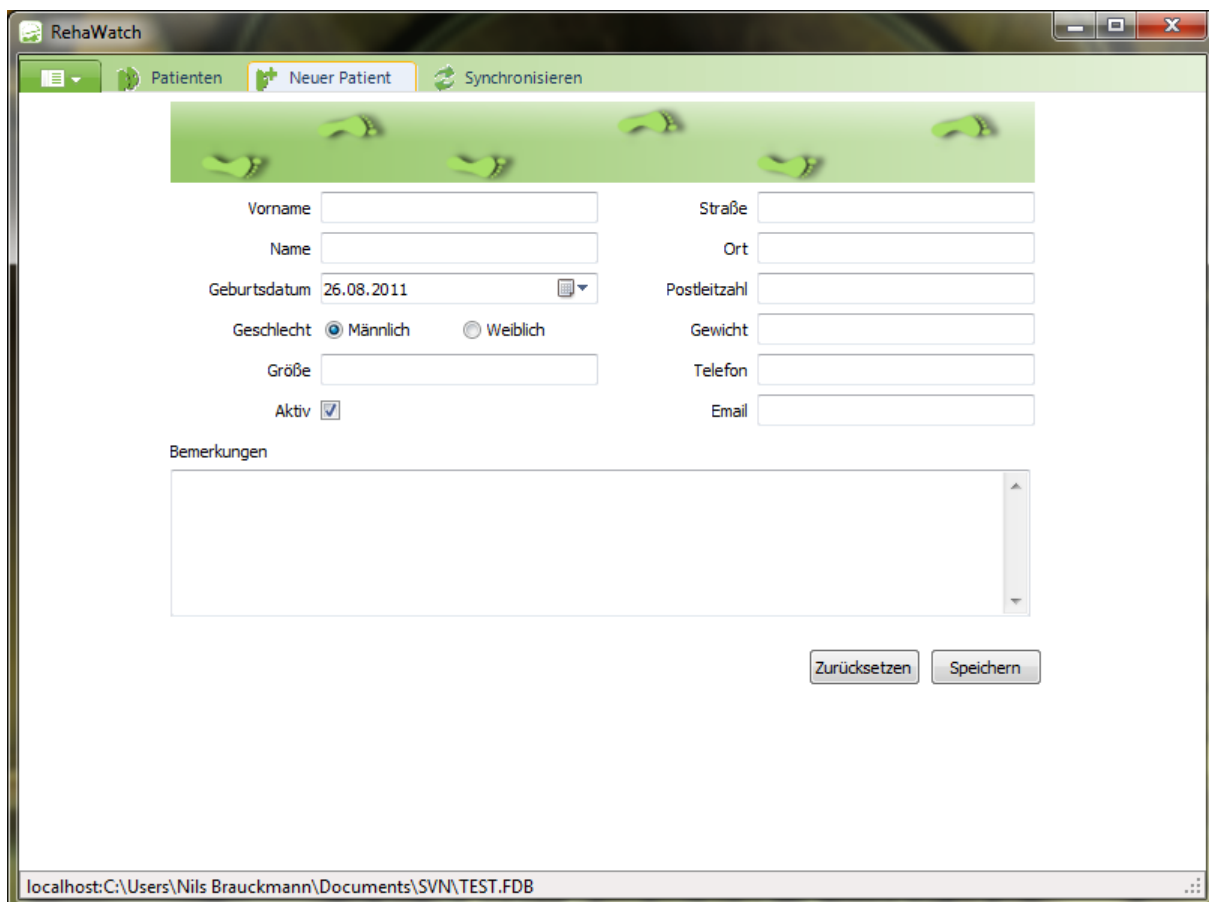


Woraus besteht RehaWatch?

RehaWatch-Ganganalysesoftware dient:

- zur Übertragung der Messdaten vom USB- Stick zum PC,
- zur Analyse der Messdaten und
- zum Vergleich und zur Präsentation der Messergebnisse.

Die RehaWatch-Ganganalysesoftware nutzt eine Datenbank zur Speicherung der Patienten, der Messungen und der Analyseergebnisse. Auf diese Weise kann der Anwender jederzeit auf ältere Messungen zurückgreifen. Er kann Messungen miteinander vergleichen, zeitliche Verläufe von Gangvariablen darstellen und beurteilen oder Therapieverläufe grafisch auswerten. Der Nutzer kann den momentanen Gang der Patienten objektiv bewerten, als auch durch turnusmäßig wiederholte Messungen die Veränderung des Gangbildes im Laufe einer Therapie erfassen.



The screenshot shows the 'RehaWatch' application window. The title bar reads 'RehaWatch'. The interface includes a menu bar with 'Patienten', 'Neuer Patient', and 'Synchronisieren'. Below this is a decorative banner with footprints. The main area contains a form for patient data:

Vorname	<input type="text"/>	Straße	<input type="text"/>
Name	<input type="text"/>	Ort	<input type="text"/>
Geburtsdatum	26.08.2011 <input type="text"/>	Postleitzahl	<input type="text"/>
Geschlecht	<input checked="" type="radio"/> Männlich <input type="radio"/> Weiblich	Gewicht	<input type="text"/>
Größe	<input type="text"/>	Telefon	<input type="text"/>
Aktiv	<input checked="" type="checkbox"/>	Email	<input type="text"/>

Below the form is a 'Bemerkungen' (Remarks) text area with a vertical scrollbar. At the bottom right are two buttons: 'Zurücksetzen' (Reset) and 'Speichern' (Save). The status bar at the bottom shows the file path: 'localhost:C:\Users\Nils Brauckmann\Documents\SVN\TEST.FDB'.

Ablauf der Messung

Ganganalyse in 5 Schritten

- 1 Messstrecke wählen
(Boden- oder Laufbandmessung)
- 2 Messtechnik anlegen
- 3 Messung durchführen
- 4 Daten zum PC übertragen
- 5 Daten analysieren



Messvorgang

Die Messung muss auf ebenem, hartem Untergrund stattfinden und mindestens 8 Doppelschritte beinhalten. Aus wissenschaftlicher Sicht ist eine Gehstrecke von 20 m zu empfehlen [Schwesig et al., 2010]. Alternativ kann das System auf einem Laufband benutzt werden.

Die Durchführung und Auswertung einer Messung dauert inklusive An- und Ablegen der Halterungen weniger als 10 Minuten.

Nachdem die Messtechnik angelegt wurde, betätigt der Arzt oder Therapeut die Start-Taste am Datalogger. Nach etwa 3 Sekunden Wartezeit sollte der Proband zu laufen beginnen.

Achten Sie darauf, dass der Patient trotz der Messsituation möglichst entspannt geht.

Er soll in einem ihm angenehmen Tempo gehen. Hilfsmittel (Orthese, Gehhilfe u.ä.) können weiter verwendet werden.

Während der Messung werden die Messdaten im Datalogger zwischengespeichert. Sie werden nach der Messung auf einen USB-Stick übertragen und in die PC-Software eingelesen.

Wie wird der Gang genau analysiert?

In der zum RehaWatch System gehörenden Analysesoftware werden die Messdaten automatisch ausgewertet. Grundlage ist die Bestimmung von vier Gangereignissen (Fersenaufsatz/initia-ler Bodenkontakt, vollständiger Fußaufsatz, Fersenablösung und Zehenablösung). Dafür kommt ein regel- und schwellenbasierter Algorithmus zum Einsatz, der sich adaptiv an die gemessenen Werte anpasst und dadurch auch bei pathologischem Gang robust funktioniert. Auf der Basis der Gangereignisse werden die räumlich-zeitlichen Parameter sowie die Gangphasen abgeleitet.

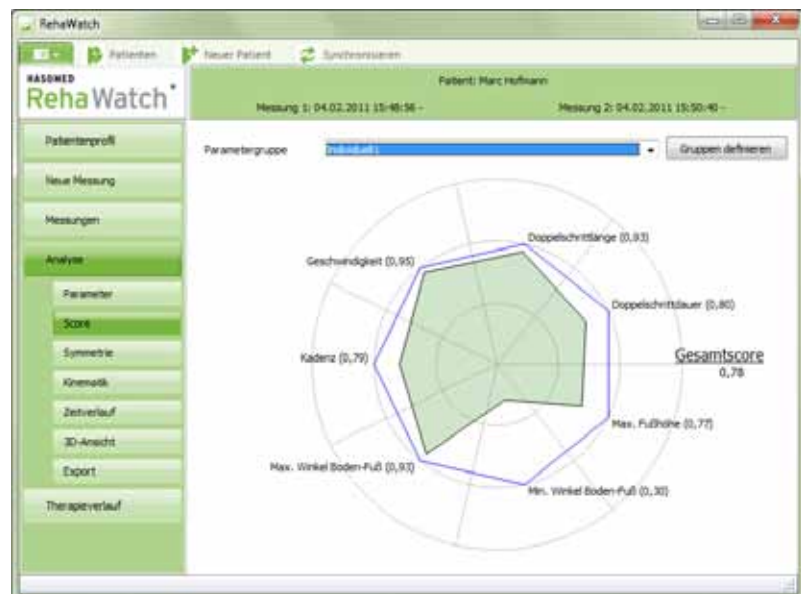
Patient: Marc Hofmann		Messung 1: 04.02.2011 15:48:56 -	Messung 2: 04.02.2011 15:50:40 -
		Messung 1	Messung 2
Referenz	Rechts	Links	Referenz
Basale Parameter			
--	14	14	--
0,99..1,21 s	0,99 s	0,99 s	0,99..1,21 s
1,36..1,85 m	1,51 m	1,53 m	1,36..1,85 m
1,13..1,63 m/s	1,44 m/s		1,13..1,63 m/s
99,60..121,35 /min	121,74 /min		99,60..121,35 /min
Gangphasen (proz.)			
56,58..62,70 %	60,98 %	59,85 %	56,58..62,70 %
37,17..43,26 %	40,15 %	39,02 %	37,17..43,26 %
37,30..43,29 %	39,02 %	40,15 %	37,30..43,29 %
Winkel			
22,68..35,64 °	25,71 °	28,03 °	22,68..35,64 °
-83,48..-64,94 °	-42,01 °	-41,33 °	-83,48..-64,94 °
Strecken			
0,19..0,26 m	0,18 m	0,20 m	0,19..0,26 m
-0,10..0,03 m	0,03 m	0,01 m	-0,10..0,03 m
--	konvex	konvex	--

Grafische Datenauswertung

Graphische Darstellungen der Gangparameter ermöglichen dem Therapeuten, Defizite schnell zu erkennen und dem Patienten anschaulich zu vermitteln. Hierzu stehen in der Analysesoftware verschiedene Diagramme zur Verfügung.

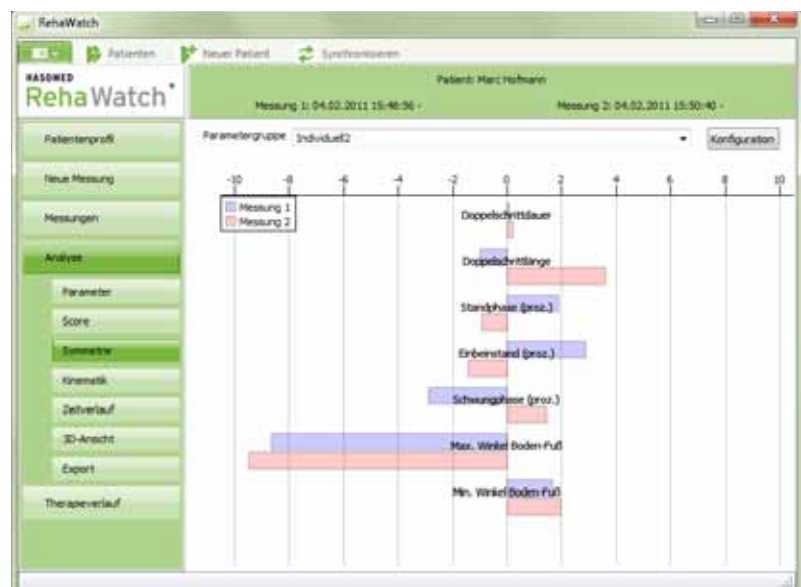
Score

Eine übersichtliche und schnelle Einordnung der Messwerte bietet die Scoreansicht. Vordefinierte oder frei wählbare Parametergruppen bilden im Bezug zu Referenzwerten einen Score und ein Diagramm, die dem Therapeuten einen direkten Überblick auf die Defizite des Patienten erlauben. Die Referenzwerte werden aus einer Datenbank von 1.860 gesunden Probanden mit einer hohen Altersspanne gebildet, wobei die jeweilige Vergleichsgruppe dem Patienten in Alter, Geschlecht und Körpergröße angepasst ist.



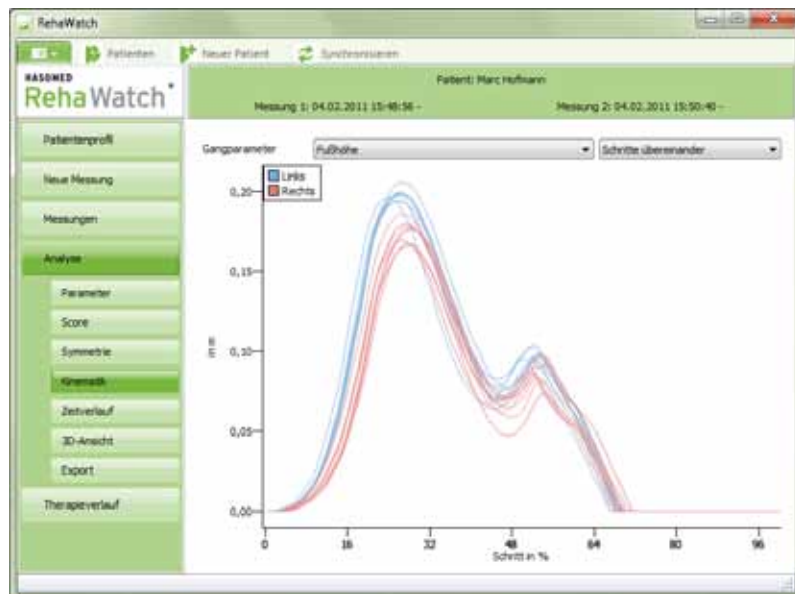
Symmetrie

Die Gangsymmetrie ist ein entscheidender Faktor bei der Beurteilung von Gangstörungen und ein zentrales Therapieziel verschiedener Indikationen. Für sämtliche bipedalen Parameter kann ein Symmetriekoeffizient berechnet und dargestellt werden. Ein Balkendiagramm bietet hier die Möglichkeit, die Seitenverteilung der Symmetrie zu sehen und den Vergleich zweier Messungen zu beurteilen.



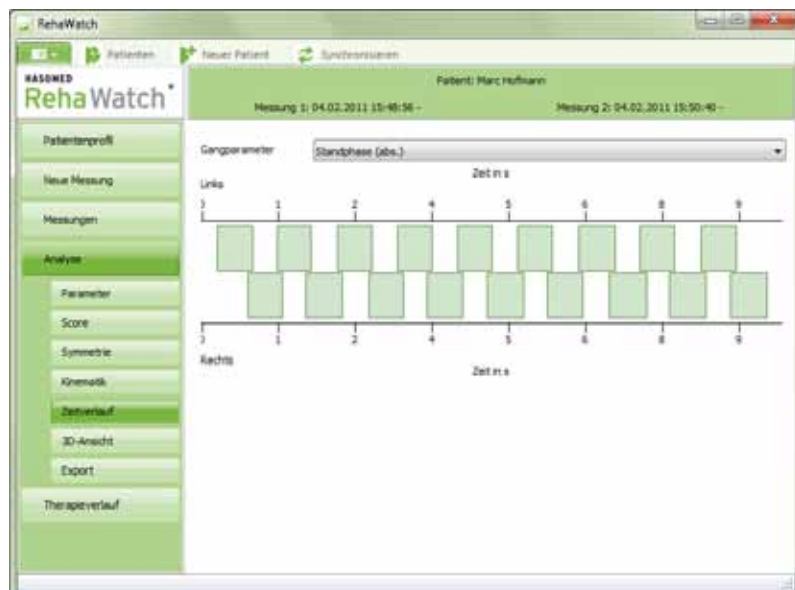
Kinematik

Die kinematischen Gangparameter Fußhöhe, Zirkumduktion und Winkel werden für jeden Einzelschritt ermittelt und im Rechts-Links-Vergleich abgebildet. Dadurch können Seitenvergleiche optimal vorgenommen und Ausreißer in den Gangzyklen erkannt werden.



Zeitverlauf

Der zeitliche Verlauf von Einzelschritten kann mit verschiedenen Parametern angezeigt werden. Diese Graphik vermittelt einen Eindruck über die Unregelmäßigkeit des Patienten im Gangbild. Eine hohe Variabilität in Schrittlänge, Schrittdauer oder Standphasen spielt eine entscheidende Rolle bei der Gangsicherheit oder bezüglich der Ökonomie der Gangzyklen.



Effizienz steigern und Qualität sichern

Die Effizienz einer Behandlung lässt sich durch die Darstellung des Therapieverlaufs objektiv beurteilen. Darüber hinaus können einzelne Therapien miteinander verglichen werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Ergebnisqualität stehen im Zentrum des Qualitätsmanagements. RehaWatch kann Sie dabei unterstützen, die Ergebnisqualität Ihrer Ganganalyse zu sichern. Aus den gewonnenen Daten lässt sich für Ihre Dokumentation ableiten, ob und in welchem Ausmaß individuelle Rehabilitationsziele erreicht wurden.

Indikationen

Prinzipiell können Sie RehaWatch bei allen Patienten mit Gangstörungen, die selbstständig oder mit Hilfsmitteln gehen können, zur Ganganalyse einsetzen. RehaWatch ist bei Patienten mit ausgeprägter Links-Rechts-Asymmetrie, zum Beispiel Schlaganfallpatienten, sehr gut zur Kontrolle des Therapieverlaufs einsetzbar. Auch bei Patienten mit einer Parese oder anderen neuromuskulären Erkrankungen kann RehaWatch zum Einsatz kommen. Im Bereich der Orthopädie, insbesondere nach endoprothetischen Eingriffen besteht ein weiteres

Anwendungsgebiet von RehaWatch. Hilfsmittel wie Gehhilfen, Orthesen oder ein Rollator können zur Messung weiter benutzt werden. Sie beeinträchtigen die Messung nicht. Bei unsicheren Patienten ist die Unterstützung durch einen Therapeuten, der ihn auf der Gangbahn begleitet und im Notfall eingreift, ebenfalls zulässig. Bei Patienten, die kein eindeutiges Gangbild aufzeigen oder keine 8 Doppelschritte gehen können, bietet RehaWatch eine vereinfachte Analyseverfahren an.



HINWEIS:

Die Verwendung von Hilfsmitteln bzw. das Eingreifen des Arztes oder Therapeuten kann als Messnotiz im Programm festgehalten werden.

Warum RehaWatch?

RehaWatch ist ein Ganganalysesystem, das alle therapierlevanten Parameter innerhalb von kurzer Zeit und dabei wissenschaftlich exakt messen kann. Es ist flexibel und kann damit überall eingesetzt werden, wo eine gerade Messstrecke zur Verfügung steht.

Aufgrund des ergonomischen Designs der Fußhalterungen und des leichten Dataloggers ist ein nahezu rückwirkungsfreies Gehen möglich.

Die grafischen Darstellungen von Analyseergebnissen und Therapieverläufen liefern übersichtliche Resultate - für Nutzer und Patienten!

Wie kein anderes System liefert RehaWatch einen Vergleich mit Referenzwerten von 1.860 Probanden. Somit kann objektiv die Gangqualität im Vergleich zu alters- und geschlechtsspezifischen Normwerten analysiert werden.



Spezifikationen

Das mobile Messsystem RehaWatch erfasst Gangparameter mittels Inertialsensoren.



Jeder Inertialsensor besteht aus drei Accelerometern und drei Gyroskopen. Die Sensoren sind als MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) aufgebaut. Die Beschleunigungssensoren haben einen Messbereich von ± 5 g und die Gyroskope von ± 600 °/s, wobei die Abtastfrequenz 512 Hz beträgt. Inertialsensoren liefern eine Spannung, die proportional zur Beschleunigung bzw. Winkelgeschwindigkeit ist. Durch computergestützte Rechenalgorithmen lassen sich dann wichtige Gangvariablen aus den Messkurven gewinnen. Die Sensoren werden einmalig von HASOMED kalibriert. Die Messdaten werden von den Sensoren via Datalogger und USB-Stick an die Analysesoftware im PC übertragen.

Grundgerät

Abmessungen:	150x90x25 mm
Gewicht:	260g
Akku:	Li-Polymer, 7,4V; 700 mAh
Akkulaufzeit:	2 Stunden
Messaufnahme:	max. 3 Minuten

Inertialsensoren

Abmessungen:	50x34x22 mm
Gewicht:	je 32 g
Accelerometer:	± 5 g
Gyroskope:	± 600 °/s
Messrate:	512 Hz



Die Ganganalyse ist ein weit verbreiteter Gegenstand in der humanen Forschung. Sie reicht von grundlegenden bewegungswissenschaftlichen und biomechanischen Fragestellungen bis hin zu Studien, die eine Effektivität von therapeutischen Interventionen nachweisen. Das RehaWatch-System hat in dieses weite Spektrum wissenschaftlicher Anwendungen Einzug erhalten. Die Vorteile der Ortsunabhängigkeit, einer schnellen und einfachen Bedienung bei exakten und objektiven Daten ermöglichen vielfältige, interessante und neuartige Studiendesigns aus verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen.

Neben Studien zu Validität und Reliabilität wurde mit RehaWatch eine umfangreiche Referenzdatenerhebung durchgeführt. Erste Langzeitmessungen zur Beurteilung von Ermüdungserscheinungen konnten mit orthopädischen Hüft-TEP Patienten durchgeführt werden. In der Neurologie finden Studien zu Patienten mit Parkinson, Multiple Sklerose (MS), Hemiparese, Morbus Bechterew oder inkomplettem Querschnitt statt. Bei der Thematik Posturographie und Sturzrisiko sind geriatrische Patienten im Fokus von Untersuchungen mit RehaWatch.

Im Folgenden sind die Abstracts von einschlägigen Veröffentlichungen aufgeführt:

Abstracts

Schwesig R., Leuchte S., Fischer D, Ullmann R., Kluttig A.: Inertial sensor based reference gait data for healthy subjects. *Gait & Posture* 33 (2011), Issue 4, 673-678, Elsevier 2011

Inertial sensor gait analysis systems (ISGAS) facilitate gait analysis in an unobstructed environment outdoors or outside of a conventional gait laboratory. However, their use in clinical settings and in large scale studies necessitates thorough evaluation of their performance in different settings and populations and reference data on healthy subjects. The purposes of this study were to obtain spatio-temporal gait parameters using a large cohort of subjects of all ages and to identify relationships between gait parameters and subject characteristics. An inertial sensor based system (RehaWatch®, HASOMED®) was used to collect gait data for 1860 healthy subjects (919 men; aged 5-100 years). Following two practice trials, data of one trial were collected for each subject while walking on a 20 m walkway. Spatio-temporal gait parameters were calculated and normalized to body height. Demographic and morphological data including age, gender, body height and body

mass were recorded. Multifactorial regression models were used to evaluate determinants of different gait parameters. Strong non-linear relationships between predictors (age) and gait parameters were identified. Overall, the predictors explained the largest portion of variance for stride length ($R^2 = 0.46$). Normalized cadence showed one peak across all ages. Normalized walking speed and normalized stride length showed two peaks across all ages. The largest and smallest variations across the ages were observed for normalized walking speed (98%) and for normalized stride length (89%), respectively. This reference database is the foundation for future evaluations of gait disorders in patients of all ages and has been integrated in the RehaWatch® system.

Aktuelle Studienlage

Schwesig R., Kauert R., Wust S., Becker S., Leuchte S.: Reliabilitätsstudie zum Ganganalysesystem RehaWatch. *Biomed Tech* 55 (2010), 109-115, Walther de Gruyter, Berlin, New York

Die Ganganalyse spielt in der neurologischen und orthopädischen Rehabilitation bei der Beurteilung des Rehabilitationsverlaufes eine wesentliche Rolle. Allerdings sind die bisher zur Verfügung stehenden Messsysteme mit hohem Kosten- und Zeitaufwand verbunden, weshalb ihre Nutzung nur spezialisierten Zentren im stationären Setting vorbehalten ist. Eine vielversprechende Alternative ist das portable Ganganalysesystem RehaWatch. Es ermöglicht durch die Verwendung von Inertialsensoren die Messung der kinematischen Größen Beschleunigung und Winkelgeschwindigkeit. Die zugehörige Software analysiert die Sensorsignale und berechnet auf dieser Basis anschließend zeitliche (z. B. Schrittdauer, Gangphasen) und räumliche (z. B. Schrittlänge, Fußwinkel) Parameter.

Ziel dieser Untersuchung war es, RehaWatch hinsichtlich seiner Intraobserver-Reliabilität zu testen.

An der Untersuchung nahmen 44 gesunde Probanden (Alter: $27,7 \pm 4,2$ Jahre) teil. Diese absolvierten zu drei Messzeitpunkten (Abstand: 48 h) jeweils drei Versuche (Gehstrecke: 20 m). Es fanden sich varianzanalytisch (Allgemeines Lineares Modell) keine signifikanten Unterschiede in den Gangparametern zwischen den einzelnen Messzeitpunkten. Die Average Measure Intraclass Correlations (ICCs) bewegten sich zwischen 0,691 und 0,959. Neben den Befunden der Varianz- und Korrelationsanalyse deuten auch die Bland Altman Plots auf eine hohe Reliabilität des Messsystems hin.



Publikationsliste

Schwesig R., Leuchte S., Fischer D., Ullmann R., Kluttig A.: Inertial sensor based reference gait data for healthy subjects. *Gait & Posture* 33 (2011), Issue 4, 673-678, Elsevier 2011

Kreutzberg S., Hofmann M., Gladow T., Röpke M.: Langzeit-Ganganalyse mit dem RehaWatch-System. *Conference Poster, DGfB* (2011), Murnau

Schwesig R., Leuchte S., Fischer D., Kluttig A., Gladow T., Hofmann M.: Reference data for an inertial sensor based gait analysis system. *Conference-Paper, TAR* (2011), Berlin

Schwesig R., Kauert R., Wust S., Becker S., Leuchte S.: Reliabilitätsstudie zum Ganganalysesystem RehaWatch. *Biomed Tech* 55 (2010), 109-115, Walther de Gruyter, Berlin, New York

Derlin S., Böhme B., Leistritz L., Smolenski U.C.: Validitätsuntersuchung zum neuen, innovativen Ganganalysesystem RehaWatch von Hasomed. *Manuelle Medizin* (2010), Springer-Verlag

Schwesig R., Hofmann M., Fischer D., Gladow T., Leuchte S.: Referenzdatenerhebung mit dem inertialsensorbasierten Ganganalysesystem RehaWatch. *Orthopädie Technik* 12 (2010), 874-880, Dortmund

Schwesig R.: Ermittlung eines Sturzindex bei Pflegeheimbewohnern mittels Ganganalyse und Posturographie. *Forschungsbericht* (2010), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hofmann M., Adolf D., Liedecke W.: Reference Values for Gait using Outcomes of the Gait Analysis System RehaWatch. Congress Lecture [3347] Abstract [522], Topic: Related Rehabilitation, *13th ISPO World Congress* (2010), Leipzig

Schwesig R., Neumann S., Richter D., Kauert R., Leuchte S.: Der Einfluss des therapeutischen Reitens auf die Haltungsregulation. *Haltung & Bewegung* 1 (2009) jg 29, 14-22, Bundesarbeitsgemeinschaft für Haltungs- und Bewegungsförderung e.V. (BAG), Wiesbaden

Schwesig R.: Vergleichsstudie zur Genauigkeit der Gangparameterbestimmung mit den Systemen RehaWatch und AMP Dynastream. *Forschungsbericht* (2008), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Kauert R., Liedecke W., Weber P. : Gait Analysis System on the Basis of Inertial Sensors. *Conference-Paper, TAR* (2007), Berlin

Negaard N.-O., Andres S., Kauert R., Schauer T., Raisch J. : Gait phase detection and step length estimation of gait by means of inertial sensors. *Conference-Paper* (2005), Prague, Czech Republic



Certified producer
of medical technology
EN/ISO 13485

Paul-Ecke-Straße 1 T: 0391.6107 650
39114 Magdeburg F: 0391.6107 640
HASOMED GmbH www.rehawatch.de

HASOMED[®]
Hard- und Software für die Medizin