

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Oktober 2019 (31.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/206954 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G16H 50/20 (2018.01) *G16H 20/30* (2018.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/060452

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. April 2019 (24.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 109 913.4
25. April 2018 (25.04.2018) DE

(71) Anmelder: **HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN
ROSSENDORF E.V.** [DE/DE]; Bautzner Landstraße 400,
01328 Dresden (DE).

(72) Erfinder: **CAÑÓN BERMÚDEZ, Gilbert Santiago**; Blochmannstr. 7, 01069 Dresden (DE). **VOITSEKHIVSKA, Tetiana**; Hoyerswerdaerstr. 34, 01099 Dresden (DE). **MAKAROV, Denys**; Einsteinstr. 8, 01069 Dresden (DE). **FUCHS, Hagen**; Herbert-Barthel-Straße 2, 01326 Dresden (DE). **TSVYAKH, Andriy**; Doroshenko Str. 48, App. 11, Ternopil, 46001 (UA). **HOSPODARSKYY, Andriy**; Dnistrjanskyy Str. 20, Ternopil, 46011 (UA). **SHEVCHUK, Oksana**; Banders Str. 82, App. 63, Ternopil, 46011 (UA).

(74) Anwalt: **KAILUWEIT & UHLEMANN PATENTANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB**; Bamberger Straße 49, 01187 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

(54) Title: MULTI-SENSOR THERAPEUTIC/DIAGNOSTIC SYSTEM FOR MONITORING ORTHOPEDIC TRAINING AND ATHLETIC PERFORMANCE

(54) Bezeichnung: MULTISENSORISCHES THERAPEUTISCH-DIAGNOSTISCHES SYSTEM ZUM MONITORING DES ORTHOPÄDISCHEN TRAININGS UND DER SPORTLICHEN LEISTUNG

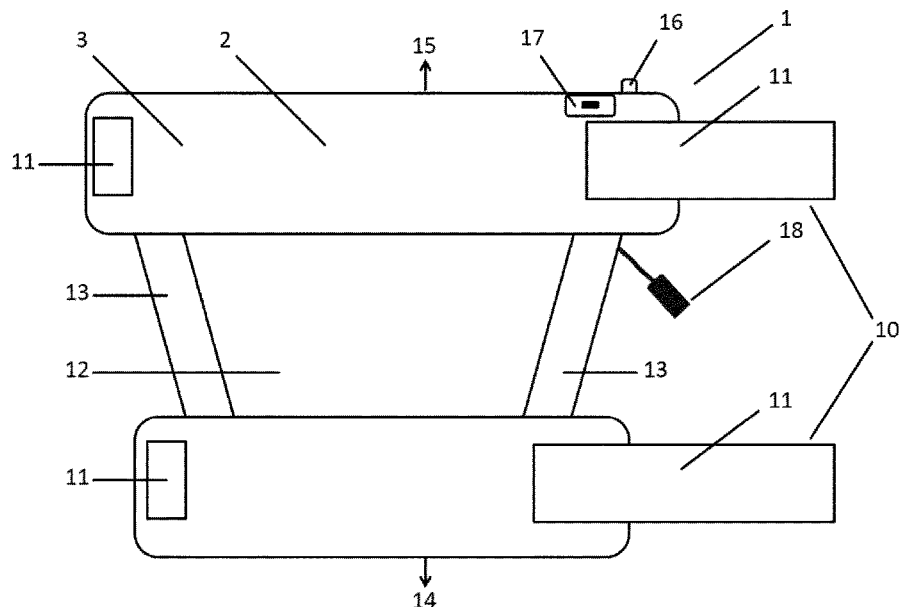


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a multi-sensor therapeutic/diagnostic system for monitoring orthopedic training and athletic performance, comprising electrical components spaced apart from each other. The electrical components comprise a data-processing device, a stored energy source, a sensor system for capturing data, and a wearable device. The electrical components are at least partially arranged in or on the wearable device. The invention further relates to a method for monitoring orthopedic training and athletic performance and to a computer program product for carrying out the method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des ortho-



WO 2019/206954 A1

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

pädischen Trainings und der sportlichen Leistung mit voneinander beabstandeten elektrischen Komponenten, welche eine Datenverarbeitungseinrichtung, einen Energiespeicher, ein Sensorsystem zur Erfassung von Daten sowie eine Trageeinrichtung aufweisen, wobei die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in oder an der Trageeinrichtung angeordnet sind. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung sowie ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des Verfahrens.

Multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung

Die Erfindung betrifft ein multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung.

Digitale Technologien im Gesundheitswesen dienen der Diagnose, Therapie und Überwachung von Patienten. Ein Bereich dieses als E-Health bezeichneten Oberbegriffs ist die Telemedizin.

Die modernen und innovativen Lösungen der Telemedizin ermöglichen die Überbrückung von räumlichen und zeitlichen Begrenzungen zwischen Gesundheitsorganisationen und Patienten durch den Einsatz von neuen technologischen Geräten. Dabei werden Kosten und Zeit von Krankenversicherungen, Krankenhäusern und Patienten gespart. Heutzutage bieten die in der Telemedizin verwendeten Geräte die Möglichkeit, Patienten von zu Hause zu überwachen.

Telemedizinische Geräte kommen beispielsweise zur Nutzung von Aufnahmesystemen für die Fetalüberwachung oder tragbaren EKG-Geräten für kardiologische Diagnostik zum Einsatz.

Eine weitere mögliche Anwendung für diese Geräte bietet sich auch nach chirurgischen Eingriffen, wenn Patienten nach Hause entlassen werden. Dabei entsteht u.a. eine sogenannte Versorgungslücke, die in der Form einer fehlenden therapeutischen Betreuung aufgrund zu großer Entfernungen zwischen Arzt bzw. Therapeut und Patienten sowie durch Alltagsstress auftritt. Derzeit umfasst die klassische orthopädische Rehabilitation Massagen und/oder Elektrostimulation.

Durch Telerehabilitation können Rehabilitationsleistungen und Nachsorge auch über räumliche und/oder zeitliche Distanzen hinweg angeboten werden, sodass der Heilungsprozess stabilisiert bzw. vorangebracht wird. Dies erfolgt durch ein sogenanntes Monitoring, bei dem die medizinische Behandlung und Therapie beobachtet, bewertet und überwacht wird.

Vor allem im orthopädischen Bereich, nach chirurgischen Eingriffen an den unteren Extremitäten wie Knie oder Gelenken, bietet sich eine solche telemedizinische Behandlung an, nicht zuletzt deshalb, weil in den nächsten Jahren die Nachfrage nach orthopädischen Eingriffen u.a. aufgrund des wachsenden Alters der Bevölkerung steigen wird.

In der Gelenkchirurgie werden derzeit zur Rehabilitation und Gelenkstabilisierung meist nur konventionelle, nicht-elektronische passive Gelenk-Stützen oder Orthesen eingesetzt. Nachteilig kann damit keine Aufzeichnung von Vitalfunktionen des Patienten erfolgen, welche Rückschlüsse auf evtl. Anpassungen im Behandlungsplan zulassen würden. Auch muss der Patient mit einer solchen passiven Gelenk-Stütze nach wie vor regelmäßig den Arzt aufsuchen, um den Behandlungsplan abzustimmen. Zudem wird die Beweglichkeit des Gelenks mit einem ungeeigneten oder schlecht angefertigten Stütz-Gelenk bei dauerhaftem Tragen deutlich eingeschränkt bzw. sogar verschlechtert. Eine nachträgliche Anpassung an die Bewegung des Kniegelenks ist nur unter hohem Aufwand möglich.

Beispielhaft wird auf Tsvyakh *et al.*, *Telerehabilitation of Patients with Injuries of the Lower Extremities, Telemedicine and e-HEALTH*, Vol. 23, No. 12, 2017, 1-5 verwiesen. In dieser Publikation wird der Einfluss der Telerehabilitation anhand von Patienten, die an Verletzungen der unteren Extremitäten, insbesondere an den Kniegelenken, operiert wurden, im Vergleich zu klassischen orthopädischen Rehabilitationsverfahren im ukrainischen Gesundheitssystem untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Patientenzufriedenheit im Falle der Telerehabilitation höher war. Durch weniger verbrachte Zeit beim behandelnden Orthopäden konnten die Patienten daheim die Zeit zum Üben unter orthopädischer Überwachung nutzen. Bei den zur Gruppe der Telerehabilitation zählenden Patienten wurde ein Smartphone als externes Ausgabegerät am Bein befestigt, welches mit diversen Sensoren (Gyroskop, Beschleunigungssensor, Magnetometer, Barometer) ausgerüstet war. Die Daten wurden drahtlos an den behandelnden Orthopäden übermittelt, wodurch ein stets individualisierter Rehabilitationsplan erstellt wurde. Nachteilig waren die Benutzer an die Benutzung eines Smartphones gebunden, da alternative Geräte nicht vorgesehen waren. Auch ist das in Tsvyakh *et al.* gezeigte System mechanisch nicht flexibel und an die Anatomie des Patienten anpassbar. Weiterhin können durch die verwendeten Sensoren keine physiologischen Parameter wie beispielsweise Temperatur oder Puls aufgezeichnet werden, wodurch die Benutzung ziemlich eingeschränkt und auf wenige Daten spezialisiert ist.

Die Realisierung von tragbarer Elektronik in Textilien bzw. von in textilen Stoffen integrierter Sensoren für Interaktionen mit Benutzer, z.B. für medizinische Anwendungen, wird in einer Vielzahl von Veröffentlichungen beschrieben.

So werden beispielsweise in Nesenbergs *et al.* die Voraussetzungen und Bedingungen genannt, welche sogenannte „smart textiles“ u.a. für die Telemedizin erfüllen müssen. Insbesondere wird

dabei auch auf die Dehnfähigkeit dieser Textilien mit dem integrierten Sensornetzwerk sowie die Steuerung und Ausgestaltung der Elektronik eingegangen.

Auch in Stoppa *et al.* wird ein Überblick über verschiedene Textilarten mit integrierten Sensoren gegeben. Dabei wird insbesondere auf die Gestaltung von leitfähigen Fasern bzw. Textilien eingegangen. Auch die Art der Sensoren, welche dehnbare, Druck- oder elektrochemische Sensoren umfasst, wird ebenso wie die Ausgestaltung von flexibler Steuerelektronik und die Notwendigkeit der Miniaturisierung diskutiert.

Hanuska *et al.* gibt einen Überblick über die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten von smarterer Bekleidung, welche im Gesundheitswesen, im Sport sowie im Militär gegeben ist. Weiterhin wirtschaftliche Betrachtungen bezüglich des Marktes dieser Sensoren und Elektronik enthaltenen Textilien werden erörtert.

Weiterhin existieren zahlreiche Projekte und Veröffentlichungen zu rein mechanischen Messungen an Gelenken wie beispielsweise Kniewinkelmessungen. Häufig werden dabei alle Daten vorerst gesammelt und können erst nachträglich ausgewertet werden. Nachteilig bei all diesen Realisierungen ist zudem, dass nur einzelne Sensoren für die Messungen verwendet werden, wobei wiederum nur mechanische Bewegungen, insbesondere Kniewinkelmessungen, erfasst werden.

Das Forschungsprojekt zur MOTEX-Bandage (<http://www.motex-research.eu/>), bei deren Verwirklichung u.a. das Fraunhofer IZM Institut beteiligt ist, zeigt eine Kniebandage mit textilen Dehnungssensoren, durch welche zwei verschiedene Kniewinkel, z.B. im Sport oder bei der Rehabilitation, gemessen werden können. Die Daten werden von einem Elektronikmodul aufbereitet und an ein Smartphone übermittelt sowie in hoher Auflösung gespeichert. Dabei können sehr schnelle Kniebewegungen, z.B. während des Rennens, artefaktfrei gemessen werden. Allerdings können durch dieses System keine weiteren physiologischen Daten erfasst werden, wodurch nachteilhaft das Training nicht individuell an den derzeitigen Gesundheitszustand des Patienten angepasst werden kann. Weiterhin nachteilhaft können die Bewegungen dem Patienten zwar in Echtzeit gezeigt, jedoch nur rückblickend nachvollzogen und analysiert werden, ohne jedoch live in den Trainingsverlauf eingreifen und ggf. Korrekturen vornehmen zu können.

Die Firma OPED Medizintechnik GmbH (<https://oped.de/produkte/product-orthelligent-knee>) hat eine intelligente Knie-Orthese entwickelt, die mittels eines Bewegungssensors und dazugehöriger

App für den ambulanten Bereich nach Knieverletzungen eingesetzt wird. Dabei werden verschieden ausgestaltete, vorgegebene Kniewinkeltests durchgeführt, die sich nach dem postoperativen Stadium des Patienten richten und sowohl von der gesunden, als auch der verletzten Seite durchgeführt werden. Die Bewegungsdaten werden in Echtzeit an ein Smartphone übertragen. Allerdings ist der Sensor in einer speziellen Halterung an der Orthese oder der Bandage befestigt, jedoch nicht im Textil integriert.

Aufgabe ist es daher, ein System bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Technik bei der Behandlung der unteren und oberen Extremitäten nach orthopädischen Operationen sowie für die Anwendung in der sportlichen Prävention, Therapie, Diagnostik und Rehabilitation überwindet.

Neben mechanischen Messungen sollen dabei zuverlässig auch andere Parameter wie Vitalfunktionen erfasst werden. Dabei soll ein von einem Arzt, Trainer oder Therapeuten unabhängiges und zuverlässiges Echtzeit-Monitoring sowie Patientenversorgung garantiert und die zeitaufwendigen Arzt- oder Therapeutenbesuche sowie Behandlungskosten verringert werden.

Weiterhin soll eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt werden, welche leicht bedienbar ist sowie komfortabel und bequem zu Hause und somit außerhalb einer Klinik oder eines Reha-Zentrums tragbar ist. Durch die Vorrichtung soll weiterhin einen individuell angepassten Trainingsplan garantieren, welcher die Erfordernisse des Patienten berücksichtigt und nach den entsprechenden Bedürfnissen flexibel anpassbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung, aufweisend elektrische Komponenten, wobei die elektrischen Komponenten voneinander beabstandet ausgebildet sind und mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung, mindestens einen Energiespeicher und ein Sensorsystem zur Erfassung von Daten umfassen, wobei das Sensorsystem mindestens einen ersten Sensor, mindestens einen zweiten Sensor und mindestens einen dritten Sensor aufweist, und wobei die Sensoren voneinander beabstandet

sind. Erfindungsgemäß sind die elektrischen Komponenten über Mittel zur Signalübertragung miteinander verbunden. Das erfindungsgemäße System weist weiterhin eine Trageeinrichtung auf, wobei die Trageeinrichtung zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt ist, und mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln aufweist, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind. Erfindungsgemäß sind die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in der Trageeinrichtung angeordnet.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung.

Das multisensorisch therapeutisch-diagnostische System ist ausschließlich für Menschen vorgesehen.

In einer Ausführungsform ist das erfindungsgemäße System und Verfahren im diagnostischen und/oder therapeutischen Bereich einsetzbar.

Im Sinne der Erfindung wird unter diagnostischen Bereich die Analyse und Überwachung des zu behandelnden Körperteils und unter therapeutischen Bereich das Monitoring und medizinische Behandlung des zu behandelnden Körperteils verstanden, wobei beide Bereiche miteinander wechselwirken können.

Unter orthopädischen Training wird im Sinne der Erfindung ein präventives oder im Anschluss an eine Operation oder bereits abgeschlossene Reha-Behandlung stattfindendes Training des Stütz- und Bewegungsapparates verstanden. Dies umfasst auch das Gebiet der Rehabilitation (Rehabilitationstraining) und der Sportmedizin.

Unter sportlicher Leistung wird im Sinne der Erfindung die Überwachung des Trainingsfortschritts von (Leistungs-)Sportlern verstanden. Dies umfasst beispielsweise die präventive Bestimmung und/oder Überwachung des Muskeltonus sowie die Behandlung von muskulärer Dystonie oder Verspannungen.

Zu den an dem orthopädischen Training oder der sportlichen Leistung beteiligten Körperteilen zählen jene Körperteile oder Körperregionen des Patienten, die im Rahmen von sportmedizinischen Untersuchungen oder im Rahmen einer orthopädischen Operation und

dazugehörigen postoperativen Verlauf präventiv, therapeutisch und/oder diagnostisch überwacht und/oder behandelt werden.

Als Patient werden im Sinne der Erfindung alle Personen bezeichnet, welche das erfindungsgemäße System verwenden und damit trainiert oder behandelt werden. Dabei kann es sich beispielsweise um frisch operierte Personen, Personen in der Rehabilitation oder auch (Leistungs-)Sportler handeln, unabhängig von Alter und Anatomie.

Die zu behandelnden Körperteile umfassen die oberen und unteren Extremitäten, vorzugsweise deren entsprechenden Gelenke. Dabei umfassen die unteren Extremitäten Bereiche des Gesäßes, wie beispielsweise Hüftgelenke, Bereiche der Oberschenkel, Bereiche der Unterschenkel, bevorzugt Kniegelenke, sowie Bereiche des Fußes wie beispielsweise Sprunggelenke oder Zehengelenke. Die oberen Extremitäten umfassen Bereiche der Schulter wie beispielsweise Schultergelenke, Bereiche des Oberarms, Bereiche des Unterarms, bevorzugt Ellenbogengelenke, Bereiche der Hand und der Finger, beispielsweise Handgelenke, Fingergelenke oder Daumengelenke. Weiterhin umfassen die Körperteile die mit den entsprechenden Gelenken verbundenen Muskeln. Die zu behandelnden Körperteile können weiterhin auch Bereiche der Wirbelsäule wie Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule umfassen.

Dabei wird das erfindungsgemäße System je nach zu behandelndem Körperteil angepasst. Dies betrifft insbesondere die anatomische Ausgestaltung der Trageeinrichtung sowie die Auswahl des Sensorsystems und der eingesetzten Sensoren, welche jeweils nach Verwendungszweck individuell auswählbar sind.

In einer Ausführungsform ist das System tragbar ausgebildet.

In einer weiteren Ausführungsform ist das System modular ausgebildet. Unter einem modularen Aufbau wird die Kombinationsmöglichkeit der elektrischen Komponenten untereinander sowie mit deren Anordnung in der Trageeinrichtung sowie deren Reduzierung oder Aufstockung je nach Bedarf verstanden. Vorteilhaft können elektrischen Komponenten und/oder die Trageeinrichtung je nach Pathogenese, Krankheitsverlauf, Krankheitsstadium, Art der Krankheit, Anatomie und Alter des Patienten oder im Falle von Reparaturen oder Schäden angepasst, ausgewechselt bzw. ausgetauscht oder nachgerüstet werden. So kann beispielsweise die Wahl der Sensoren des Sensorsystems individuell nach den Bedürfnissen des Patienten erfolgen und so vorteilhaft größtmögliche Flexibilität garantiert werden.

In einer Ausführungsform ist das System vollständig in die einzelnen Komponenten zerlegbar ausgebildet. Vorteilhaft erfolgt damit ein einfacher Austausch, Reparatur, Ergänzung, Reinigung oder Anlegen und Anpassung an den Patienten.

Erfindungsgemäß sind die elektrischen Komponenten voneinander beabstandet ausgebildet.

Erfindungsgemäß umfassen die elektrischen Komponenten mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Analyse der vom Sensorsystem erfassten Daten durch die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung. Im Sinne der Erfindung umfassen die vom Sensorsystem erfassten Daten die Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder die damit gekoppelten Parametern und/oder die Vitalfunktionen des Patienten.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform verarbeitet und wertet die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung die vom Sensorsystem erfassten Daten aus. Dies erfolgt vorteilhaft über eine erste Teilkomponente eines Computerprogrammprodukts.

In einer Ausführungsform weist die Datenverarbeitungseinrichtung verschiedene Module auf. Dabei sind die Module der Datenverarbeitungseinrichtung untereinander durch Mittel zur Signalübertragung verbunden.

In einer Ausführungsform ist die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung als Computer, Laptop, Smartphone oder Tablet ausgebildet.

Im Sinne der Erfindung umfassen die Module der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung einen Mikrocontroller und einen Datenträger.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung mindestens einen Mikrocontroller. Dabei umfasst der mindestens eine Mikrocontroller einen Arbeits- und Programmspeicher. In einer Ausführungsform weist der mindestens eine Mikrocontroller als Bestandteil ein Modul zur Datenübertragung auf.

In einer Ausführungsform interagiert der mindestens eine Mikrocontroller mit dem Sensorsystem, den weiteren Modulen der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung und dem mindestens einen Energiespeicher des erfindungsgemäßen Systems über Mittel zur Signalübertragung. In

einer weiteren Ausführungsform kommunizieren die Sensoren mit dem mindestens einen Mikrocontroller über eine I²C-Schnittstelle. In einer weiteren Ausführungsform interagiert der mindestens eine Mikrocontroller über sein dazugehöriges Modul zur Datenübertragung mit dem mindestens einen externen Ausgabegerät.

In einer alternativen Ausführungsform umfasst die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung einen Prozessor. In einer weiteren alternativen Ausführungsform umfasst die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung einen Mikroprozessor.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung weiterhin mindestens einen Datenträger. Der mindestens eine Datenträger entspricht dabei einem Modul der Datenverarbeitungseinrichtung.

In einer alternativen Ausführungsform können bereits vor dem Training patientenspezifische Daten auf dem mindestens einen Datenträger abgelegt sein. Dabei umfassen die patientenspezifischen Daten beispielsweise Angaben zu Pathogenese, Operationsverlauf, postoperativem Stadium, Art der Operation, sportliche Trainingsparameter, Anatomie und Alter des Patienten.

In einer Ausführungsform werden die vom Sensorsystem erfassten Daten über Mittel zur Signalübertragung auf dem Datenträger abgelegt und gespeichert. Dabei werden die erfassten Daten auf dem Datenträger sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet. Durch die sofortige Auswertung kann vorteilhaft über den Behandlungsverlauf des Patienten in Echtzeit entschieden werden. Vorteilhaft kann das Training somit sofort an den Zustand des Patienten angepasst werden, indem der Arzt, Trainer oder Therapeut entsprechend eingreifen kann.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine Datenträger als Speicherkarte oder als Flash-Speicher, insbesondere als microSD-Speicher ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine Datenträger als USB-Stick oder Micro-USB-Stick ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine Datenträger als prozessgesteuerte Speichereinheit, insbesondere als Datenlogger oder microSD-Datenlogger ausgebildet.

In einer alternativen Ausführungsform ist der mindestens eine Datenträger als Server oder Cloud ausgebildet.

In einer bevorzugten Ausführungsform dient ein Computerprogrammprodukt zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das Computerprogrammprodukt eine erste Teilkomponente und eine zweite Teilkomponente umfasst, die miteinander gekoppelt sind. Dabei wirken und interagieren die erste und die zweite Teilkomponente des Computerprogrammproduktes vorteilhaft miteinander. In einer Ausführungsform ist das Computerprogrammprodukt als Software ausgebildet.

In einer Ausführungsform erfasst die erste Teilkomponente des Computerprogrammprodukts die Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder die damit gekoppelten Parametern und/oder die Vitalfunktionen, analysiert diese und gibt diese aus.

In einer weiteren Ausführungsform ist die erste Teilkomponente des Computerprogrammprodukts derart ausgebildet, um die erfassten Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder die damit gekoppelten Parametern und/oder die Vitalfunktionen an das mindestens eine externe Ausgabegerät zu übermitteln. In einer Ausführungsform erfolgt die Datenübertragung von der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung zu dem mindestens einen externen Ausgabegerät durch ein Modul zur Datenübertragung.

Dabei ist das Modul zur Datenübertragung ein Bestandteil des mindestens einen Mikrocontrollers der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung. In einer Ausführungsform ist das Modul zur Datenübertragung als drahtlose Verbindung wie beispielsweise als Bluetooth- oder WLAN- oder Funk-Verbindung ausgebildet. In einer Ausführungsform ist das Modul zur Datenübertragung als Funkmodul ausgebildet.

In einer Ausführungsform erfasst die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts die Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder die damit gekoppelten Parametern und/oder die Vitalfunktionen, analysiert diese und gibt diese aus.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Computerprogrammprodukt auf der Datenverarbeitungseinrichtung und/oder einem externen Ausgabegerät gespeichert. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die erste Teilkomponente des Computerprogrammprodukts auf der Datenverarbeitungseinrichtung gespeichert. Dabei entspricht die erste Teilkomponente des Computerprogrammprodukts einer Firmware. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts auf dem mindestens einen externen Ausgabegerät gespeichert.

Erfindungsgemäß umfassen die elektrischen Komponenten mindestens einen Energiespeicher.

In einer bevorzugten Ausführungsform dient der mindestens eine Energiespeicher zur Stromversorgung der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung und des Sensorsystems.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine Energiespeicher als Batterie oder Akkumulator ausgebildet. Bevorzugt ist der mindestens eine Energiespeicher als Lithium-Polymer-Akkumulator ausgebildet.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine Energiespeicher möglichst weit vom Sensorsystem und der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung positioniert. Vorteilhaft erfolgt dadurch keine lokale Erhitzung und somit kein Einfluss auf die von dem Sensorsystem gemessenen Daten.

In einer Ausführungsform umfasst das multisensorische therapeutisch-diagnostische System ein Netzteil, welches an der Trageeinrichtung angeordnet und mit dem mindestens einen Energiespeicher verbunden ist, beispielsweise über elektrische Kabel, die in der Trageeinrichtung angeordnet sind. Vorteilhaft wird durch das Netzteil das Laden des mindestens einen Energiespeichers, vorzugsweise wenn die Trageeinrichtung nicht vom Patienten getragen wird, ermöglicht. In einer Ausführungsform ist das Netzteil als Stecknetzteil oder Ladekabel ausgebildet.

In einer Ausführungsform umfasst das multisensorische therapeutisch-diagnostische System einen Power-Schalter oder eine Power-Taste, welcher das Ein- und Ausschalten des Systems ermöglicht. Vorteilhaft ist der Power-Schalter an der Außenseite der Trageeinrichtung angeordnet, sodass dem Benutzer ein einfacher Zugang ermöglicht wird.

Erfindungsgemäß umfassen die elektrischen Komponenten ein Sensorsystem zur Erfassung von Daten.

Bevorzugt werden durch das Sensorsystem Daten zur Beweglichkeit der Gelenke erfasst, wobei dies hauptsächlich orthopädisch relevante Messungen beinhaltet. Einhergehend mit der Erfassung von Daten zur Beweglichkeit der Gelenke werden damit gekoppelte Parameter ermittelt. Unter gekoppelten Parametern werden dabei unmittelbar durch die Bewegung der trainierten Gelenke hervorgerufene Änderungen verstanden.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfasst das Sensorsystem Daten zur Beweglichkeit der Gelenke, damit gekoppelte Parameter und/oder Vitalfunktionen des Patienten. Dazu ist das Sensorsystem multisensorisch ausgebildet und weist verschieden ausgebildete Sensoren auf. Die aufgelisteten Sensoren bilden keine abschließende Aufzählung. Vorteilhaft liefern die von den Sensoren gemessenen Daten physikalisch-medizinisch relevante Informationen über den Patienten, welche bei der Diagnose und/oder Therapie des Patienten einfließen.

In einer Ausführungsform wird die zeitliche Änderung der Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder die damit gekoppelten Parametern und/oder die Vitalfunktionen des Patienten während des Trainings erfasst. Vorteilhaft kann somit in Echtzeit in den Behandlungsverlauf bzw. das Training eingegriffen und Korrekturen vorgenommen werden.

Erfindungsgemäß umfasst das Sensorsystem mindestens einen ersten Sensor. In einer Ausführungsform ist der mindestens eine erste Sensor zwischen der Innenseite und der Außenseite oder der Zwischen- oder Füllschicht der Trageeinrichtung angeordnet. Somit ist der mindestens eine erste Sensor nicht sichtbar – weder nach außen zur Umgebung, noch nach innen zur Haut des Patienten.

In einer Ausführungsform ermittelt der mindestens eine erste Sensor Daten zur Beweglichkeit der Körperteile, insbesondere der Gelenke.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine erste Sensor als Bewegungssensor zur Bestimmung der absoluten und/oder relativen Position der an dem Training oder sportlichen Übung beteiligten Körperteile ausgebildet. Im Sinne der Erfindung misst der Bewegungssensor dabei die statische und/oder die dynamische und somit sich ändernde Position der Körperteile. Dies umfasst auch die rein mechanischen Bewegungen der Körperteile.

In einer Ausführungsform ist durch einen ersten Sensor die jeweilige absolute Position der gegeneinander bewegten, an den Rehabilitationsübungen oder sportlichen Übungen beteiligten Körperteile, insbesondere der Gelenke, ermittelbar.

Bevorzugt ist der mindestens eine erste Sensor als Orientierungssensor, ganz bevorzugt als Winkel-Orientierungssensor zur Bestimmung der absoluten und/oder relativen Position der an dem Training oder der sportlichen Übung beteiligten Körperteile ausgebildet. Die gemessenen Informationen werden als Dreiachsen-Orientierungsdaten mit absoluten x-, y- und z-Winkeln auf

einer 360°-Kugel dargestellt. Vorteilhaft kann durch den mindestens einen ersten Sensor Knie winkelmessungen durchgeführt werden.

Bevorzugt umfasst das Sensorsystem mindestens zwei erste Sensoren, ganz bevorzugt zwei erste Sensoren. In einer Ausführungsform ist durch zwei erste Sensoren die relative Position und somit die zeitliche Änderung der gegeneinander bewegten, an den Rehabilitationsübungen oder sportlichen Übungen beteiligten Körperteile, insbesondere der Gelenke, ermittelbar. Vorteilhaft können damit Aussagen zum Bewegungsumfang der Körperteile getroffen werden. In einer Ausführungsform können so die Freiheitsgrade der Gelenke während der Gelenkexkursion, also übermäßigen Gelenkausschlägen in bestimmte Richtungen, bestimmt werden.

Erfindungsgemäß umfasst das Sensorsystem mindestens einen zweiten Sensor. In einer Ausführungsform ist der mindestens eine zweite Sensor an der Innenseite der Trageeinrichtung angeordnet. Vorteilhaft ist der mindestens eine zweite Sensor somit im angelegten Zustand der Trageeinrichtung in direktem Hautkontakt des Patienten und kann perkutan messen. In einer Ausführungsform weist die Innenseite der Trageeinrichtung hierzu Vertiefungen aus, in welchen der mindestens eine zweite Sensor angeordnet wird, beispielsweise durch Vernähen. Somit ist der mindestens eine zweite Sensor zumindest zur Innenseite und somit zur Haut des Patienten sichtbar ausgebildet.

In einer Ausführungsform ermittelt der mindestens eine zweite Sensor zu den von dem mindestens einen ersten Sensor ermittelten Daten zur Beweglichkeit der Gelenke gekoppelte Parameter. Dabei beziehen sich die gekoppelten Parameter vorzugsweise auf die durch die Gelenkexkursionen hervorgerufenen Muskelaktivitäten und Muskelkräfte. Vorteilhaft können damit beispielsweise Aussagen zu der statischen Arbeit der Muskeln, der Haltearbeit, und/oder der dynamischen Arbeit der Muskeln, der Bewegungsarbeit, getroffen werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine zweite Sensor als Temperatursensor zur Messung der lokalen Temperatur im Bereich der beanspruchten und trainierten Muskeln des Patienten während des Trainings ausgebildet. Vorteilhaft können damit Aussagen über die Belastung des Patienten während des Trainings getroffen werden. Dabei misst der mindestens eine zweite Sensor keine direkte Körper- oder Muskeltemperatur.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine zweite Sensor an den beim Training beanspruchten Muskeln angeordnet.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Sensorsystem mindestens zwei zweite Sensoren, ganz bevorzugt drei zweite Sensoren. Dabei wirkt zumindest ein zweiter Sensor als Messsensor und zumindest ein weiterer zweiter Sensor als Referenzsensor. Dabei misst der als Messsensor ausgebildete zweite Sensor die während des Trainings beanspruchten Muskeln und der Referenzsensor ausgebildete zweite Sensor die während des Trainings nicht beanspruchten Muskeln während des Trainings. Die nicht beanspruchten Muskeln dienen somit als Referenzmuskeln. Somit ist der als Messsensor ausgebildete zweite Sensor in der Trageeinrichtung so platziert, dass er an während des Trainings beanspruchten Muskeln angeordnet ist, und der als Referenzsensor ausgebildete zweite Sensor in der Trageeinrichtung so platziert, dass er an während des Trainings nicht beanspruchten Muskeln angeordnet ist.

Bevorzugt wirken, im Falle von mindestens drei zweiten Sensoren, jeweils der erste und zweite zweite Sensor als Messsensor und der dritte zweite Sensor als Referenzsensor zu den ersten und zweiten zweiten Sensoren.

In einer Ausführungsform, im Fall von zwei zweiten Sensoren, ist ein erster zweiter Sensor als Messsensor auf Höhe des äußeren Oberschenkelmuskels (*musculus vastus lateralis*) angeordnet, und ein zweiter zweiter Sensor ist als Referenzsensor auf dem zweiköpfigen Wadenmuskel (*musculus gastrocnemius*) angeordnet.

In einer weiteren Ausführungsform, im Fall von drei zweiten Sensoren, ist ein erster zweiter Sensor als Messsensor auf Höhe des inneren Oberschenkelmuskels (*musculus vastus medialis*) und ein zweiter zweiter Sensor als Messsensor auf Höhe des äußeren Oberschenkelmuskels (*musculus vastus lateralis*) angeordnet, und ein dritter zweiter Sensor ist als Referenzsensor auf dem zweiköpfigen Wadenmuskel (*musculus gastrocnemius*) angeordnet.

In einer Ausführungsform weist der mindestens eine zweite Sensor eine Temperaturlösung von $\pm 0,1^\circ\text{C}$ auf. In einer weiteren Ausführungsform erstreckt sich der Arbeitstemperaturbereich des mindestens einen zweiten Sensors von -5°C bis $+50^\circ\text{C}$.

Erfindungsgemäß umfasst das Sensorsystem mindestens einen dritten Sensor. In einer Ausführungsform ist der mindestens eine dritte Sensor an der Innenseite der Trageeinrichtung angeordnet. Vorteilhaft ist der mindestens eine dritte Sensor somit im angelegten Zustand der Trageeinrichtung in direktem Hautkontakt des Patienten und kann perkutan messen. In einer Ausführungsform weist die Innenseite der Trageeinrichtung hierzu Vertiefungen aus, in welchen der mindestens eine dritte Sensor angeordnet wird, beispielsweise durch Vernähen. Somit ist der

mindestens eine dritte Sensor zumindest zur Innenseite und somit zur Haut des Patienten sichtbar ausgebildet.

In einer Ausführungsform ermittelt der mindestens eine dritte Sensor Vitalfunktionen des Patienten.

Unter den „Vitalfunktionen“ des Patienten werden im Sinne der Erfindung lebenswichtige Vorgänge im Wachzustand, der Atmung und des Kreislaufes wie beispielsweise die Herzfrequenz, die Sauerstoffsättigung, der Blutdruck, die Pulsfrequenz, die Atemfrequenz und die Körper- oder Muskeltemperatur verstanden. Diese Vitalfunktionen werden auch als physiologische Parameter bezeichnet, welche vom Sensorsystem erfasst werden. Vorteilhaft wird eine Überwachung dieser physiologischen Parameter durch den mindestens einen dritten Sensor des Sensorsystems ermöglicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der mindestens eine dritte Sensor als Pulsoxysensor zur Messung des Pulsschlages und der arteriellen Sauerstoffsättigung im Blut ausgebildet.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine dritte Sensor über dem Schneidermuskel (musculus sartorius) positioniert.

Vorteilhaft können die ersten, zweiten und/oder dritten Sensoren beliebig miteinander kombiniert werden. Vorteilhaft ergibt sich durch die Vielzahl der unterschiedlich ausgebildeten Messungen und kombinierbaren Sensorarten sowie der breiten Variationsmöglichkeiten und individuellen Anpassungen ein gutes Gesamtbild über den körperlichen Zustand der jeweilig behandelten Körperteile, basierend auf den Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder der damit gekoppelten Parameter und/oder der Vitalfunktionen des Patienten.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Sensorsystem mindestens zwei dritte Sensoren, ganz bevorzugt zwei dritte Sensoren.

In einer Ausführungsform umfasst das Sensorsystem mindestens einen weiteren, sogenannten vierten Sensor. Dabei erfolgt die Beabstandung der vierten Sensoren analog zu den ersten, zweiten und dritten Sensoren. In einer Ausführungsform können die vierten Sensoren beliebig mit den ersten, zweiten und/oder dritten Sensoren kombiniert werden. In einer Ausführungsform ist der mindestens eine vierte Sensor zwischen der Innenseite und der Außenseite oder der Zwischen- oder Füllschicht der Trageeinrichtung oder an der Innenseite oder Außenseite der

Trageeinrichtung angeordnet. Somit ist der mindestens eine vierte Sensor entweder sichtbar oder nicht sichtbar nach außen zur Umgebung oder nach innen zur Haut des Patienten ausgebildet.

In einer Ausführungsform misst der mindestens eine vierte Sensor periphere Parameter der Umgebung des Patienten. Diese Umgebungsparameter umfassen beispielsweise die Außentemperatur, den Luftdruck, die geographische Positionsbestimmung oder die (barometrische) Höhenmessung.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine vierte Sensor als Temperatursensor, Barometer, Höhenmesser, Magnetometer oder GPS-Modul ausgebildet. In einer Ausführungsform ist der mindestens eine vierte Sensor als Gyroskop zur Messung der Orientierung ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine vierte Sensor als Beschleunigungssensor (auch als Accelerometer oder G-Sensor gezeichnet) zur Schrittzahlmessung ausgebildet. Somit wird die vom Patienten zurückgelegte Strecke gemessen.

In einer Ausführungsform umfasst das Sensorsystem jeweils mehr als mindestens einen ersten, zweiten oder dritten Sensor. Vorteilhaft werden dadurch mehr Messpunkte aufgenommen, wodurch eine zuverlässigere Messung der Daten zur Beweglichkeit der Gelenke und/oder der damit gekoppelten Parameter und/oder der Vitalfunktionen des Patienten erfolgt. In einer weiteren Ausführungsform messen die Sensoren nicht-invasiv und perkutan.

Wenn die Unterscheidung zwischen ersten, zweiten und dritten Sensor irrelevant ist, wird im Folgenden lediglich der Begriff „Sensor“ aufgeführt.

In einer Ausführungsform erfolgt die Anordnung und Platzierung der Sensoren des Sensorsystems an medizinisch, therapeutisch und diagnostisch relevanten anatomischen Stellen des Patienten. Dies umfasst die zu behandelnden oder zu trainierenden Körperteile, insbesondere die Gelenke der oberen und/oder unteren Extremitäten sowie die die Gelenke umgebenden Muskelbereiche. Die Platzierung der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung, des mindestens einen Energiespeichers sowie der Mittel zur Signalübertragung hingegen ist nicht notwendigerweise an relevanten anatomischen Stellen des Patienten nötig.

In einer Ausführungsform befinden sich die Sensoren des Sensorsystems komplett oder zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Haut des Patienten. In einer bevorzugten Ausführungsform befinden sich der mindestens eine zweite Sensor des Sensorsystems komplett

oder zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Haut des Patienten. Durch diese nicht-invasive, perkutane Messung kann vorteilhaft die Temperatur der Muskeln des Patienten direkt und zuverlässig gemessen werden.

In einer Ausführungsform messen die Sensoren, bevorzugt die dritten Sensoren, über eine Infrarot-Schnittstelle. Dazu weisen die Sensoren entsprechend ausgebildete Sender und Empfänger auf. Dabei wird von den Sensoren Licht im Infrarot-Bereich ausgesendet, welches an der Haut des Patienten reflektiert und dadurch zurück zu den Sensoren gesandt und dort mit den entsprechend gemessenen Informationen empfangen wird.

Erfindungsgemäß sind die Sensoren voneinander beabstandet. In einer Ausführungsform sind die ersten Sensoren und die zweiten Sensoren und die dritten Sensoren voneinander beabstandet.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine erste Sensor von dem mindestens einen zweiten Sensor und dem mindestens einen dritten Sensor beabstandet. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine zweite Sensor von dem mindestens einen ersten Sensor und dem mindestens einen dritten Sensor beabstandet. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine dritte Sensor von dem mindestens einen ersten Sensor und dem mindestens einen zweiten Sensor beabstandet.

In einer Ausführungsform sind die Sensoren parallel zueinander positioniert.

Erfindungsgemäß sind die elektrischen Komponenten über Mittel zur Signalübertragung miteinander verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Mittel zur Signalübertragung als elektrische Kabel und/oder als drahtlose Verbindung ausgebildet. Dabei ist die drahtlose Verbindung als Bluetooth- oder WLAN-Verbindung ausgebildet.

In einer Ausführungsform ist das Sensorsystem über Mittel zur Signalübertragung mit dem mindestens einen Energiespeicher und der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung verbunden. In einer weiteren Ausführungsform ist der mindestens eine Energiespeicher über Mittel zur Signalübertragung mit der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden die vom Sensorsystem erfassten Daten über die Mittel zur Signalübertragung an die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt.

In einer Ausführungsform erfolgt die Analyse der vom Sensorsystem gemessenen Daten durch das mindestens eine externe Ausgabegerät.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße System mindestens ein externes Ausgabegerät.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist mindestens ein externes Ausgabegerät über mindestens ein Modul zur Datenübertragung des mindestens einen Mikrocontrollers mit der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung verbunden. Dabei werden die bereits von der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung analysierten Daten über das mindestens eine Modul zur Datenübertragung an das mindestens eine externe Ausgabegerät übermittelt oder die Daten werden von der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung über das mindestens eine Modul zur Datenübertragung an das mindestens eine externe Ausgabegerät übermittelt und dort analysiert.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Analyse der vom Sensorsystem erfassten Daten durch das mindestens eine externe Ausgabegerät. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden die vom Sensorsystem erfassten Daten durch mindestens ein Modul zur Datenübertragung der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung an das mindestens eine externe Ausgabegerät übermittelt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das mindestens eine externe Ausgabegerät als Computer, Laptop, Smartphone oder Tablet ausgebildet. In einer alternativen Ausführungsform ist das mindestens eine externe Ausgabegerät als Server oder Cloud ausgebildet.

In einer Ausführungsform erfolgt die Bedienung des mindestens einen externen Ausgabegeräts und/oder die Analyse der an das externe Ausgabegerät übermittelten Daten durch die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts. In einer Ausführungsform ist die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts als App ausgebildet. Vorteilhaft ist die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts benutzerfreundlich ausgestaltet.

In einer Ausführungsform hat der behandelnde Arzt, Trainer oder Therapeut Zugang zu dem mindestens einen externen Ausgabegerät und der zweiten Teilkomponente des

Computerprogrammprodukts. Vorteilhaft kann dieser in Echtzeit den Trainings- bzw. Behandlungsverlauf überwachen und ggf. eingreifen oder das Training bzw. die Behandlung anpassen. In einer alternativen Ausführungsform hat der Patient Zugang zu dem mindestens einen externen Ausgabegerät und der zweiten Teilkomponente des Computerprogrammprodukts. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Analyse der sportlichen Leistungen, da der Patient in Echtzeit Einblick in sein Training bzw. seine Behandlung erhält. In einer weiteren alternativen Ausführungsform hat der Arzt Zugang zu einem ersten externen Ausgabegerät und der Patient hat Zugang zu einem zweiten externen Ausgabegerät.

In einer Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße System mindestens ein lichtemittierendes Element. Dabei dient das mindestens eine lichtemittierende Element als Statusanzeige der elektrischen Komponenten des Systems. In einer weiteren Ausführungsform ist das mindestens eine lichtemittierende Element als Lampe, insbesondere als LED, ausgebildet. Mittels des mindestens einen lichtemittierenden Elementes kann sich der Bediener des Systems, beispielsweise durch wechselnde Lichtfarben, vorteilhaft über die Bereitschaft bzw. Störungen der elektrischen Komponenten informieren.

Erfindungsgemäß weist das System eine Trageeinrichtung auf. In einer alternativen Ausführungsform weist das System mehr als eine Trageeinrichtung auf.

Erfindungsgemäß sind die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in oder an der Trageeinrichtung angeordnet. In einer Ausführungsform sind alle elektrischen Komponenten in oder an der Trageeinrichtung angeordnet. Vorteilhaft sind die elektrischen Komponenten an jeder beliebigen Stelle der Trageeinrichtung positionierbar.

In einer Ausführungsform ist die Trageeinrichtung als Bandage oder Orthese ausgebildet.

In einer Ausführungsform sind die elektrischen Komponenten lösbar oder unlösbar in der Trageeinrichtung befestigt. Durch eine lösbare Befestigung können die elektrischen Komponenten vorteilhaft je nach Bedarf und Notwendigkeit ausgetauscht oder ersetzt werden. In einer Ausführungsform erfolgt die Befestigung der elektrischen Komponenten in der Trageeinrichtung durch Vernähen. Vorteilhaft erfolgt durch das Vernähen eine zuverlässige Fixierung der elektrischen Komponenten in der Trageeinrichtung. In einer Ausführungsform sind die elektrischen Komponenten in der Innenschicht und/oder der Außenschicht der Trageeinrichtung vernäht.

In einer alternativen Ausführungsform erfolgt die Befestigung der elektrischen Komponenten in der Trageeinrichtung durch das Vergießen in einer Ummantelung. Dabei entspricht die Ummantelung einer Hülse, Hülle, Kapsel oder einem Gehäuse. In einer Ausführungsform besteht die Ummantelung aus Kunststoff oder Glas. Vorteilhaft ist die Ummantelung somit transparent für ein- und austretendes infrarotes Licht. In einer weiteren Ausführungsform ist die Ummantelung starr und/oder wasserdicht und/oder stabil ausgebildet.

In einer Ausführungsform ist die Trageeinrichtung individuell an die Anatomie des Patienten anpassbar und in variablen Abmessungen einstellbar. Dabei ist die Trageeinrichtung derart flexibel ausgestaltet, dass sie sich an die Anatomie des Patienten anschmiegt. Vorteilhaft kann damit eine effiziente Behandlung und Training des Patienten erfolgen und der Tragekomfort für den Patienten wird gesteigert. Weiterhin vorteilhaft wird eine muskel-, gelenk- und blutgefäßschonende Behandlung gewährleistet.

In einer Ausführungsform weist die Trageeinrichtung eine Aussparung auf. Dabei ist die Aussparung im Bereich des zu behandelnden Körperteils vorgesehen. Vorteilhaft dient die Aussparung der besseren Anpassungsfähigkeit der Trageeinrichtung an die jeweilige Anatomie bzw. des zu behandelnden Körperteils. In einer Ausführungsform ist die Aussparung im Bereich des Knies, vorteilhaft im Bereich der Kniekehle, angeordnet, sodass weder die Trageeinrichtung selbst noch die in ihr angeordneten elektrischen Komponenten in diesem Bereich aufliegt. Vorteilhaft werden die Bewegungen des Patienten dadurch nicht beeinträchtigt, eingeschränkt oder behindert. In einer Ausführungsform ist die Aussparung so ausgestaltet, dass sie in der Art eines durchgängigen Loches ausgebildet ist, sodass im Bereich der gesamten Aussparung kein Bestandteil der Trageeinrichtung oder elektrische Komponenten angeordnet werden können.

In einer weiteren Ausführungsform weist die Trageeinrichtung zumindest teilweise eine Temperiervorrichtung auf. In einer Ausführungsform ist die Temperiervorrichtung beheizbar und/oder kühlbar ausgebildet. Vorteilhaft können die behandelten bzw. trainierten Körperteile je nach Bedarf gewärmt und/oder gekühlt werden.

In einer Ausführungsform umfasst die Temperiervorrichtung ein Peltier-Element mit einer Ansteuerung, wodurch zumindest teilweises Heizen oder Kühlen der Trageeinrichtung ermöglicht wird. In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Temperiervorrichtung Heizdrähte und/oder Heizkissen und/oder Kühlkissen und/oder Kühlgele.

In einer Ausführungsform ist der mindestens eine Energiespeicher mit der Temperier Vorrichtung zur Stromversorgung derselben verbunden.

Erfindungsgemäß ist die Trageeinrichtung zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt.

In einer Ausführungsform umfassen alle textilen Materialien aufweisenden Teile der Trageeinrichtung dasselbe textile Material. In einer alternativen Ausführungsform umfassen alle textilen Materialien aufweisenden Teile der Trageeinrichtung sich unterscheidende textile Materialien.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Trageeinrichtung mindestens zwei Lagen aus textilem Material auf.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dient eine erste Lage als Außenschicht und eine zweite Lage als Innenschicht. Dabei ist die Außenschicht, auch Außenseite genannt, in Kontakt mit der Umgebung des Patienten und die Innenschicht, auch Innenseite genannt, ist in unmittelbarem Kontakt mit der Haut des Patienten. In einer Ausführungsform sind die elektrischen Komponenten des Systems zwischen den mindestens zwei Lagen aus textilem Material, bevorzugt zwischen Innenschicht und Außenschicht angeordnet.

In einer weiteren Ausführungsform sind Außenschicht und Innenschicht voneinander beabstandet angeordnet. Dabei sind die elektrischen Komponenten zumindest teilweise zwischen der Außenschicht und der Innenschicht angebracht, sodass diese vorteilhaft von außen nicht sichtbar sind und, wenn dieser nicht benötigt wird oder relevant ist, nicht in direktem Hautkontakt mit dem Patienten sind.

In einer Ausführungsform weist die Trageeinrichtung mindestens eine Zwischen- oder Füllschicht, auch Zwischenlage genannt, auf, welche zwischen Außenschicht und Innenschicht eingebracht ist. Vorteilhaft erfolgt durch diese mindestens eine Zwischen- oder Füllschicht eine weitere Polsterung, Isolierung und/oder Stabilisierung der Trageeinrichtung. In einer Ausführungsform ist die Zwischen- oder Füllschicht aus Kunststoff oder einem textilen Material gefertigt. Dabei ist das textile Material der Zwischen- oder Füllschicht entweder dasselbe oder unterscheidet sich vom textilen Material der Trageeinrichtung. Dabei sind die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in der mindestens einen Zwischen- oder Füllschicht angebracht, sodass diese vorteilhaft von außen nicht sichtbar sind und, wenn dieser nicht benötigt wird oder relevant ist, nicht in direktem Hautkontakt mit dem Patienten sind.

In einer alternativen Ausführungsform weist die Trageeinrichtung mehrere Lagen aus textilem Material auf. Dabei können diese mehrere Lagen lokal, beispielsweise im Bereich der elektrischen Komponenten, oder großflächig angeordnet bzw. gestapelt sein und Schichten bilden.

In einer weiteren alternativen Ausführungsform weist die Trageeinrichtung eine einzelne Lage aus textilem Material auf. Dann können die in der Trageeinrichtung angeordneten elektrischen Komponenten zumindest teilweise nach außen sichtbar angeordnet sein.

In einer Ausführungsform bildet die Trageeinrichtung eine Behandlungsfläche, welche auf dem zu behandelnden Körperteil aufliegt und somit zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Haut des Patienten ist.

In einer Ausführungsform ist die Trageeinrichtung zumindest teilweise gepolstert.

In einer Ausführungsform handelt es sich um ein robustes textiles Material. In einer Ausführungsform ist das robuste textile Material ein textiles Gewebe oder Stoff. Dabei weist das textile Gewebe Fasern aus Kunst- und/oder Naturfasern auf, die auf der Haut des Patienten aufliegen. In einer Ausführungsform ist das robuste textile Material ein textiles Gewebe aus Synthetikgummi, bevorzugt Chloropren-Kautschuk. Vorteilhaft ist das textile Material durch diese Eigenschaften wenig anfällig gegenüber Beschädigungen.

In einer Ausführungsform ist das textile Material ein- oder beidseitig mit Textilgewebe kaschiert. Das Textilgewebe ist ausgewählt aus Nylon, Polyester oder Elasthan.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das textile Material der Trageeinrichtung wasserundurchlässig, dehnbar, strapazierfähig, hautverträglich, isolierend, beständig gegen Salzwasser und Chemikalien und/oder reißfest ausgebildet. In einer Ausführungsform weist das textile Material der Trageeinrichtung eine Dehnbarkeit von 10 % bis 20 % auf.

In einer weiteren Ausführungsform ist das textile Material dynamisch belastbar ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist das textile Material schmutzabweisend ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist das textile Material leicht zu reinigen, waschbar und schnell trocknend ausgebildet. In einer weiteren Ausführungsform ist das textile Material atmungsaktiv ausgebildet.

Erfindungsgemäß weist die Trageeinrichtung mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln auf, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind. Vorteilhaft wird damit ein zuverlässiger direkter Hautkontakt gewährleistet. Weiterhin ist die Trageeinrichtung dadurch schnell an der zu behandelnden Stelle anlegbar und fixierbar und auch wieder abnehmbar.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Verbindungselemente der Trageeinrichtung als Gurte oder als Bänder oder als Gurtbänder und die Verschlussmittel als mechanische Verschlussmittel wie Schnallen oder Klettverschlüsse ausgebildet. Dabei weisen die Verschlussmittel entsprechende Gegenstücke auf. Die Abmessungen der Verbindungselemente sind variabel und in unterschiedlichen Abmessungen gestaltbar. Vorteilhaft kann somit individuell auf die Anatomie des Patienten eingegangen werden. In einer Ausführungsform sind die Verbindungselemente und die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar.

In einer Ausführungsform entspricht die Anzahl der Verbindungselemente der Anzahl der Verschlussmittel.

In einer Ausführungsform sind die Verbindungselemente lösbar oder nicht lösbar an der Behandlungsfläche der Trageeinrichtung angeordnet.

In einer Ausführungsform weisen die Verbindungselemente Verstellzieher auf, wodurch vorteilhaft die Länge der Verbindungselemente eingestellt werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Trageeinrichtung zur zumindest teilweisen Anordnung von elektrischen Komponenten eines multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems ausgebildet, wobei die Trageeinrichtung zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt ist, und mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln aufweist, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform dient ein Verfahren zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung, wobei voneinander beabstandete elektrische Komponenten, die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung, mindestens einen Energiespeicher, und ein Sensorsystem umfassen, zumindest teilweise in einer Trageeinrichtung angeordnet sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Trageeinrichtung durch mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten lösbaren Verschlussmitteln an die zu behandelnde anatomische Stelle angelegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das erfindungsgemäße System oder das erfindungsgemäße Verfahren zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung verwendet. Vorteilhaft werden dadurch telemedizinische Anwendungen ermöglicht.

In einer Ausführungsform wird das erfindungsgemäße System im diagnostischen Bereich zur Analyse und Überwachung des zu behandelnden Körperteils verwendet. In einer weiteren Ausführungsform wird das System im therapeutischen Bereich zum Monitoring und zur medizinische Behandlung des zu behandelnden Körperteils verwendet.

In einer Ausführungsform wird das erfindungsgemäße System zur Durchführung der orthopädischen Neutral-Null-Methode verwendet. Vorteilhaft wird durch das Sensorsystem des erfindungsgemäßen Systems die Präzision dieser Methode verbessert. Insbesondere entfällt durch mindestens zwei erste Sensoren des Sensorsystems vorteilhaft die sonst übliche direkte Überwachung des Patienten durch eine zweite Person oder eine Kamera.

In einer Ausführungsform erfolgt das Monitoring in Echtzeit. Somit hat der behandelnde Arzt, Trainer oder Therapeut die vom Sensorsystem erfassten Daten durch das mindestens eine externe Ausgabegerät sofort vor sich, um über den weiteren Behandlungsverlauf zu entscheiden und um ggf. individuelle Korrekturen vorzunehmen. Durch die Fernüberwachung wird vorteilhaft Zeit und Kosten gespart und die Zufriedenheit gesteigert - von Seiten des Patienten und des behandelnden Arztes.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das erfindungsgemäße System zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung verwendet.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Computerprogrammprodukt zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung verwendet.

Für die Realisierung der Erfindung ist es auch zweckmäßig, die vorbeschriebenen erfindungsgemäßen Ausgestaltungen, Ausführungsformen und Merkmale der Ansprüche in zweckmäßiger Anordnung miteinander zu kombinieren.

Ausführungsbeispiele

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels eingehender erläutert werden. Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein System zur multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Behandlung des Kniegelenks und soll dabei die Erfindung beschreiben ohne diese zu beschränken.

Anhand von Zeichnungen wird die Erfindung näher erläutert. Dabei zeigen

- Fig. 1 die Außenseite eines multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems,
- Fig. 2 die Innenseite eines multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems,
- Fig. 3 die zwischen Außenseite und Innenseite eines multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems angebrachten elektrischen Komponenten,
- Fig. 4 eine schematische Platzierung des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems auf einem Bein.

Figur 1 zeigt die zur Umgebung weisende Außenseite 3 der Trageeinrichtung 2 des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems 1, welches für die Behandlung eines Kniegelenks ausgebildet ist. Speziell werden hier der innere Oberschenkelmuskel (musculus vastus medialis) und der äußere Oberschenkelmuskel (musculus vastus lateralis) im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 trainiert. Dabei ist die Trageeinrichtung 2 als Bandage ausgebildet, welche auf diesen trainierten Muskeln aufliegt. Durch einen in der Außenseite 3 der Trageeinrichtung 2 integrierten Power-Schalter 17 kann das multisensorisch therapeutisch-diagnostische System 1 ein- und ausgeschaltet werden

Weiterhin umfasst das multisensorische therapeutisch-diagnostische System 1 ein Ladekabel 18, welches an der Trageeinrichtung 2 angeordnet und mit dem Energiespeicher (nicht dargestellt) verbunden ist, um diesen zu laden. Ein als LED ausgebildetes lichtemittierendes Element 16 dient der Statusanzeige der elektrischen Komponenten des multisensorisch therapeutisch-diagnostischen Systems 1.

Die Trageeinrichtung 2 weist eine Aussparung 12 auf, welche den Bereich der Kniekehle 13 abdeckt. Der in Figur 1 gezeigte obere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Oberschenkel 15 und der untere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Unterschenkel 14 platziert. Die Trageeinrichtung 2 weist zwei als Bänder ausgebildete Verbindungselemente 10 auf, welche jeweils voneinander beabstandet am in Figur 1 gezeigten rechten Bereich der Trageeinrichtung

2 an der Außenseite 3 angeordnet sind. Die Verbindungselemente 10 sind jeweils mit als Klettverschlüssen ausgebildeten Verschlussmitteln 11 versehen, wobei die Gegenstücke dieser Verschlussmittel 11 am linken Bereich an der Außenseite 3 der Trageeinrichtung 2 in Figur 1 angeordnet sind. Das Anlegen der Trageeinrichtung 2 an das Kniegelenk 13 erfolgt durch die Anordnung der Aussparung 12 auf die Kniekehle 13, wobei der obere Bereich der Trageeinrichtung 2 mit dem Power-Schalter 17 im Bereich des Oberschenkels 15 und der untere Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich der Wade 14 angeordnet ist. Die beiden Verschlussmittel 11 der Trageeinrichtung 2 werden lösbar mit den jeweiligen Gegenstücken 11 miteinander verbunden.

Das Material der Trageeinrichtung 2 ist ausgewählt aus beidseitig stoffkaschiertem Neopren.

Figur 2 zeigt die zum Patienten weisende Innenseite 4 des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems 1, welches für die Behandlung eines Kniegelenks ausgebildet ist, wobei das in Figur 2 gezeigte multisensorisch therapeutisch-diagnostische System 1 dem in Figur 1 gezeigten System entspricht, wobei es entlang der Vertikalen gespiegelt wurde. Dabei ist die Trageeinrichtung 2 als Bandage ausgebildet.

Die Trageeinrichtung 2 weist eine Aussparung 12 auf, welche den Bereich der Kniekehle 13 abdeckt. Der in Figur 2 gezeigte obere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Oberschenkel 15 und der untere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Unterschenkel 14 platziert. Die Trageeinrichtung 2 weist zwei als Bänder ausgebildete Verbindungselemente 10 auf, welche jeweils voneinander beabstandet am in Figur 2 gezeigten linken Bereich der Trageeinrichtung 2 an der Außenseite angeordnet sind. Die Verbindungselemente 10 sind jeweils mit als Klettverschlüssen ausgebildeten Verschlussmitteln 11 versehen, wobei die Gegenstücke dieser Verschlussmittel 11 am rechten Bereich an der Außenseite der Trageeinrichtung 2 in Figur 2 angeordnet sind. Das Anlegen der Trageeinrichtung 2 an das Kniegelenk 13 erfolgt durch die Anordnung der Aussparung 12 auf die Kniekehle 13, wobei der obere Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich des Oberschenkels 15 und der untere Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich der Wade 14 angeordnet ist. Die beiden Verschlussmittel 11 der Trageeinrichtung 2 werden lösbar mit den jeweiligen Gegenstücken 11 miteinander verbunden.

Das Material der Trageeinrichtung 2 ist ausgewählt aus beidseitig stoffkaschiertem Neopren.

Weiterhin umfasst das multisensorische therapeutisch-diagnostische System 1 ein Ladekabel 18, welches an der Trageeinrichtung 2 angeordnet und mit dem Energiespeicher (nicht dargestellt)

verbunden ist, um diesen zu laden. Ein als LED ausgebildetes lichtemittierendes Element 16 dient der Statusanzeige der elektrischen Komponenten des multisensorisch therapeutisch-diagnostischen Systems 1.

Die Trageeinrichtung 2 weist weiterhin drei zweite Sensoren 8 auf, die als Temperatursensoren zur Messung der lokalen Temperatur im Bereich der beanspruchten und trainierten Muskeln des Patienten während des Trainings ausgebildet sind, speziell des inneren Oberschenkelmuskels (musculus vastus medialis) und des äußeren Oberschenkelmuskels (musculus vastus lateralis). Dabei sind zwei zweite Sensoren 8, die als Messsensoren dienen, im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 von Figur 2 angeordnet, wobei der erste zweite Sensor (oben links in Figur 2) auf Höhe des inneren Oberschenkelmuskels (musculus vastus medialis) und der zweite zweite Sensor 8 (oben rechts in Figur 2) auf Höhe des äußeren Oberschenkelmuskels (musculus vastus lateralis) jeweils im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 vernäht ist. Ein dritter zweiter Sensor 8 ist im unteren Bereich der Trageeinrichtung 2 (unten rechts in Figur 2) als Referenzsensor auf dem zweiköpfigen Wadenmuskel (musculus gastrocnemius) vernäht. Die drei zweiten Sensoren 8 sind jeweils so in der Innenseite 4 der Trageeinrichtung 2 angeordnet, dass sie im angelegten Zustand in direktem Hautkontakt mit dem Patienten sind und perkutan messen können. Dazu weist die Trageeinrichtung 2 an ihrer Innenseite 4 Vertiefungen (in der Figur nicht gezeigt) auf, in welcher die drei zweiten Sensoren 8 angeordnet und vernäht sind. Die Abmessungen der drei zweiten Sensoren 8 betragen jeweils 4 mm x 4 mm x 0,8 mm.

Zudem weist das System einen als Pulsoxysensor ausgebildeten dritten Sensor 9 auf, welcher in der Innenseite 4 des oberen Bereichs der Trageeinrichtung 2 so positioniert und angeordnet ist, dass er sich über dem Schneidermuskel (musculus sartorius) befindet (oben rechts in Figur 2). Der dritte Sensor 9 misst den Pulsschlag und die arterielle Sauerstoffsättigung im Blut des Patienten. Der dritte Sensor 9 ist ebenfalls in Vertiefungen (in der Figur nicht gezeigt) der Innenseite 4 der Trageeinrichtung 2 angeordnet und vernäht.

Figur 3 zeigt die zwischen Außenseite 3 und Innenseite 4 der Trageeinrichtung 2 (gestrichelt dargestellt) angebrachten elektrischen Komponenten des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems 1, welches für die Behandlung eines Kniegelenks ausgebildet ist. Dabei entspricht die Ausrichtung des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems 2 derjenigen aus Figur 2. Da hier nur die Anordnung der elektrischen Komponenten zwischen Außenseite 3 und Innenseite 4 der Trageeinrichtung 2 relevant ist, wird die Trageeinrichtung 2 selbst in Figur 3 gestrichelt dargestellt. Die gezeigten elektrischen Komponenten, nämlich die Datenverarbeitungseinrichtung 5, der Energiespeicher 6 und die ersten Sensoren 7 sind dabei

zwischen der Außenseite 3 noch an der Innenseite 4 der Trageeinrichtung 2 angebracht und sind somit weder nach außen zur Umgebung noch nach innen zur Haut des Patienten sichtbar. Die Trageeinrichtung 2 ist als Bandage ausgebildet.

Das multisensorische therapeutisch-diagnostische System 1 weist eine als ESP32-Mikrocontroller ausgebildete Datenverarbeitungseinrichtung 5 sowie einen davon beabstandeten, als Lithium-Polymer-Akkumulator ausgebildeten Energiespeicher 6 auf, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung 5 im unteren Bereich der Trageeinrichtung und der Energiespeicher 6 im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 vernäht ist.

Weiterhin umfasst das multisensorische therapeutisch-diagnostische System 1 ein Ladekabel 18, welches an der Trageeinrichtung 2 angeordnet und mit dem Energiespeicher 6 über in der Trageeinrichtung 2 angeordneten elektrischen Kabel (in der Figur nicht gezeigt) verbunden ist, um diesen zu laden. Ein als LED ausgebildetes lichtemittierendes Element 16 dient der Statusanzeige der elektrischen Komponenten des multisensorisch therapeutisch-diagnostischen Systems 1.

Die Trageeinrichtung 2 weist eine Aussparung 12 auf, welche den Bereich der Kniekehle 13 abdeckt. Der in Figur 3 gezeigte obere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Oberschenkel 15 und der untere Bereich der Trageeinrichtung 2 wird auf dem Unterschenkel 14 platziert. Die Trageeinrichtung 2 weist zwei als Bänder ausgebildete Verbindungselemente 10 auf, welche jeweils voneinander beabstandet in Figur 3 gezeigten linken Bereich der Trageeinrichtung 2 an der Außenseite angeordnet sind. Die Verbindungselemente 10 sind jeweils mit als Klettverschlüssen ausgebildeten Verschlussmitteln 11 versehen, wobei die Gegenstücke dieser Verschlussmittel 11 am rechten Bereich an der Außenseite der Trageeinrichtung 2 in Figur 2 angeordnet sind. Das Anlegen der Trageeinrichtung 2 an das Kniegelenk 13 erfolgt durch die Anordnung der Aussparung 12 auf die Kniekehle 13, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung 5 im unteren Bereich der Trageeinrichtung 2 bei der Wade 14 und der Energiespeicher 6 im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich des Oberschenkels 15 angeordnet ist. Die beiden Verschlussmittel 11 der Trageeinrichtung 2 werden lösbar mit den jeweiligen Gegenstücken 11 miteinander verbunden.

Dabei liegt der Energiespeicher 6 mit den in Figur 3 oben links angeordneten Verbindungselement 10 und Verschlussmittel 11 auf derselben Höhe im Bereich des Oberschenkels. Der Energiespeicher 6 liegt mit den in Figur 3 unten links angeordneten

Verbindungselement 10 und Verschlussmittel 11 auf derselben Höhe im Bereich des Unterschenkels.

Das Material der Trageeinrichtung 2 ist ausgewählt aus beidseitig stoffkaschiertem Neopren.

Weiterhin weist das System 1 zwei als Orientierungssensoren ausgebildete erste Sensoren 7 auf, welche ebenfalls zwischen der Außenseite 3 und der Innenseite 4 in der Trageeinrichtung 2 vernäht sind. Die ersten Sensoren 7 sind voneinander beabstandet angeordnet, wobei ein erster Sensor 7 im oberen Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich des Oberschenkels 15 (in der Figur oben rechts) und ein zweiter Sensor 7 im unteren Bereich der Trageeinrichtung 2 im Bereich des Unterschenkels 14 angeordnet ist (in der Figur unten rechts). Die zwei ersten Sensoren 7 messen die absolute Position des Kniegelenks während des Trainings.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung der Platzierung des multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems 1 auf einem Bein eines Patienten. Speziell werden hier der innere Oberschenkelmuskel (musculus vastus medialis) und der äußere Oberschenkelmuskel (musculus vastus lateralis) trainiert. Die Trageeinrichtung 2 ist als Bandage ausgebildet. Dabei wird die Trageeinrichtung 2 über die Verbindungselemente 10 mit Verschlussmitteln und Gegenstücken (in der Figur nicht gezeigt) so platziert, dass die Aussparung 12 im Bereich der Kniekehle 13, des Unterschenkels 14 und des Oberschenkels 15 liegt.

Zitierte Nichtpatentliteratur:

Tsvyakh, A. I., Hospodarskyy, A. J., Telerehabilitation of Patients with Injuries of the Lower Extremities, Telemedicine and e-HEALTH, Vol. 23, No. 12, 2017, 1-5

Nesenbergs, K., Selavo, L., Smart textiles for wearable sensor networks: review and early lessons, Medical Measurements and Applications (MeMeA), 2015 IEEE International Symposium

Stoppa, M., Chiolerio, A., Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review, Sensors, Vol. 14, 11957-11992

Hanuska, A., Chandramohan, B., Bellamy, L., Burke, P., Ramanathan, R., Balakrishnan, V., Smart Clothing Market Analysis, Berkeley University of California, presentation

Bezugszeichen

- 1 System
- 2 Trageeinrichtung
- 3 Außenseite der Trageeinrichtung
- 4 Innenseite der Trageeinrichtung
- 5 Datenverarbeitungseinrichtung
- 6 Energiespeicher
- 7 Erster Sensor
- 8 Zweiter Sensor
- 9 Dritter Sensor
- 10 Verbindungselement
- 11 Verschlussmittel mit Gegenstück
- 12 Aussparung der Trageeinrichtung
- 13 Platzierung der Trageeinrichtung auf dem Knie, Kniegelenk oder Kniekehle
- 14 Platzierung der Trageeinrichtung auf dem Unterschenkel bzw. der Wade
- 15 Platzierung der Trageeinrichtung auf dem Oberschenkel
- 16 Lichtemittierendes Element
- 17 Power-Schalter
- 18 Ladekabel

Patentansprüche

1. Multisensorisches therapeutisch-diagnostisches System zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung, aufweisend
 - elektrische Komponenten, wobei die elektrischen Komponenten voneinander beabstandet ausgebildet sind und
 - o mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung,
 - o mindestens einen Energiespeicher, sowie
 - o ein Sensorsystem zur Erfassung von Daten, aufweisend
 - mindestens einen ersten Sensor,
 - mindestens einen zweiten Sensor,
 - mindestens einen dritten Sensor,
 - wobei die Sensoren voneinander beabstandet sind,umfassen, wobei die elektrischen Komponenten über Mittel zur Signalübertragung miteinander verbunden sind, sowie
 - eine Trageeinrichtung, wobei die Trageeinrichtung
 - o zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt ist, und
 - o mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln aufweist, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind, undwobei die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in oder an der Trageeinrichtung angeordnet sind.
2. System nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Sensor als Bewegungssensor zur Bestimmung der absoluten und/oder relativen Position der an dem Training beteiligten Körperteile ausgebildet ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei der mindestens eine zweite Sensor als Temperatursensor zur Messung der lokalen Temperatur im Bereich der beanspruchten und trainierten Muskeln des Patienten während des Trainings ausgebildet ist.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der mindestens eine dritte Sensor als Pulsoxysensor zur Messung des Pulsschlages und der arteriellen Sauerstoffsättigung im Blut ausgebildet ist.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Mittel zur Signalübertragung als elektrische Kabel und/oder als drahtlose Verbindung ausgebildet sind.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Verbindungselemente der Trageeinrichtung als Gurte oder als Bänder oder als Gurtbänder und die Verschlussmittel als mechanische Verschlussmittel wie Schnallen oder Klettverschlüsse ausgebildet sind.
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Trageeinrichtung mindestens zwei Lagen aus textilem Material aufweist, wobei eine erste Lage als Außenschicht und eine zweite Lage als Innenschicht dient, wobei das textile Material der Trageeinrichtung wasserundurchlässig, dehnbar, strapazierfähig, hautverträglich, isolierend, beständig gegen Salzwasser und Chemikalien sowie reißfest ausgebildet ist.
8. Verfahren zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung, wobei voneinander beabstandete elektrischen Komponenten, umfassend
 - mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung,
 - mindestens einen Energiespeicher, der zur Stromversorgung der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung und des Sensorsystems dient,
 - ein Sensorsystem, aufweisend
 - mindestens einen ersten Sensor,
 - mindestens einen zweiten Sensor,
 - mindestens einen dritten Sensor,zumindest teilweise in einer Trageeinrichtung angeordnet sind, wobei die Trageeinrichtung durch mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten lösbaren Verschlussmitteln an die zu behandelnde anatomische Stelle angelegt wird und das Sensorsystem Daten zur Beweglichkeit der Gelenke, damit gekoppelte Parameter und/oder Vitalfunktionen des Patienten erfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die vom Sensorsystem erfassten Daten zur Beweglichkeit der Gelenke, damit gekoppelte Parameter und/oder Vitalfunktionen des Patienten
 - über die Mittel zur Signalübertragung an die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt werden, wobei

- die Analyse der vom Sensorsystem erfassten Daten durch die mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung oder durch das mindestens eine externe Ausgabegerät erfolgt, und
 - die vom Sensorsystem erfassten Daten durch mindestens ein Modul zur Datenübertragung der mindestens einen Datenverarbeitungseinrichtung an das mindestens eine externe Ausgabegerät übermittelt werden.
10. Trageeinrichtung zur zumindest teilweisen Anordnung von elektrischen Komponenten eines multisensorischen therapeutisch-diagnostischen Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Trageeinrichtung
- zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt ist, und
 - mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln aufweist, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind.
11. Computerprogrammprodukt, welches zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 8 oder 9 dient, wobei das Computerprogrammprodukt eine erste Teilkomponente und eine zweite Teilkomponente umfasst, die miteinander gekoppelt sind.
12. Datenverarbeitungseinrichtung und/oder externes Ausgabegerät, auf der das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11 gespeichert ist, wobei die erste Teilkomponente des Computerprogrammprodukts auf der Datenverarbeitungseinrichtung und die zweite Teilkomponente des Computerprogrammprodukts auf einem externen Ausgabegerät gespeichert ist.
13. Verwendung eines Systems wie einem der Ansprüche 1 bis 7 definiert, oder eines Verfahrens, wie einem der Ansprüche 8 oder 9 definiert, zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung.
14. Verwendung eines Computerprogrammprodukts nach Anspruch 11 zum Monitoring des orthopädischen Trainings und der sportlichen Leistung.
15. Verwendung eines Systems mit folgenden Merkmalen:
- elektrische Komponenten, wobei die elektrischen Komponenten voneinander beabstandet ausgebildet sind und
 - o mindestens eine Datenverarbeitungseinrichtung,

- mindestens einen Energiespeicher
- ein Sensorsystem zur Erfassung von Daten, aufweisend
 - mindestens einen ersten Sensor,
 - mindestens einen zweiten Sensor,
 - mindestens einen dritten Sensor,
 - wobei die Sensoren voneinander beabstandet sind,

umfassen, wobei die elektrischen Komponenten über Mittel zur Signalübertragung miteinander verbunden sind, sowie

- eine Trageeinrichtung, wobei die Trageeinrichtung
 - zumindest teilweise aus textilem Material gefertigt ist, und
 - mindestens zwei voneinander beabstandete Verbindungselemente mit daran angeordneten Verschlussmitteln aufweist, wobei die Verschlussmittel lösbar miteinander verbindbar ausgestaltet sind, undwobei die elektrischen Komponenten zumindest teilweise in der Trageeinrichtung angeordnet sind,

zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 8 oder 9.

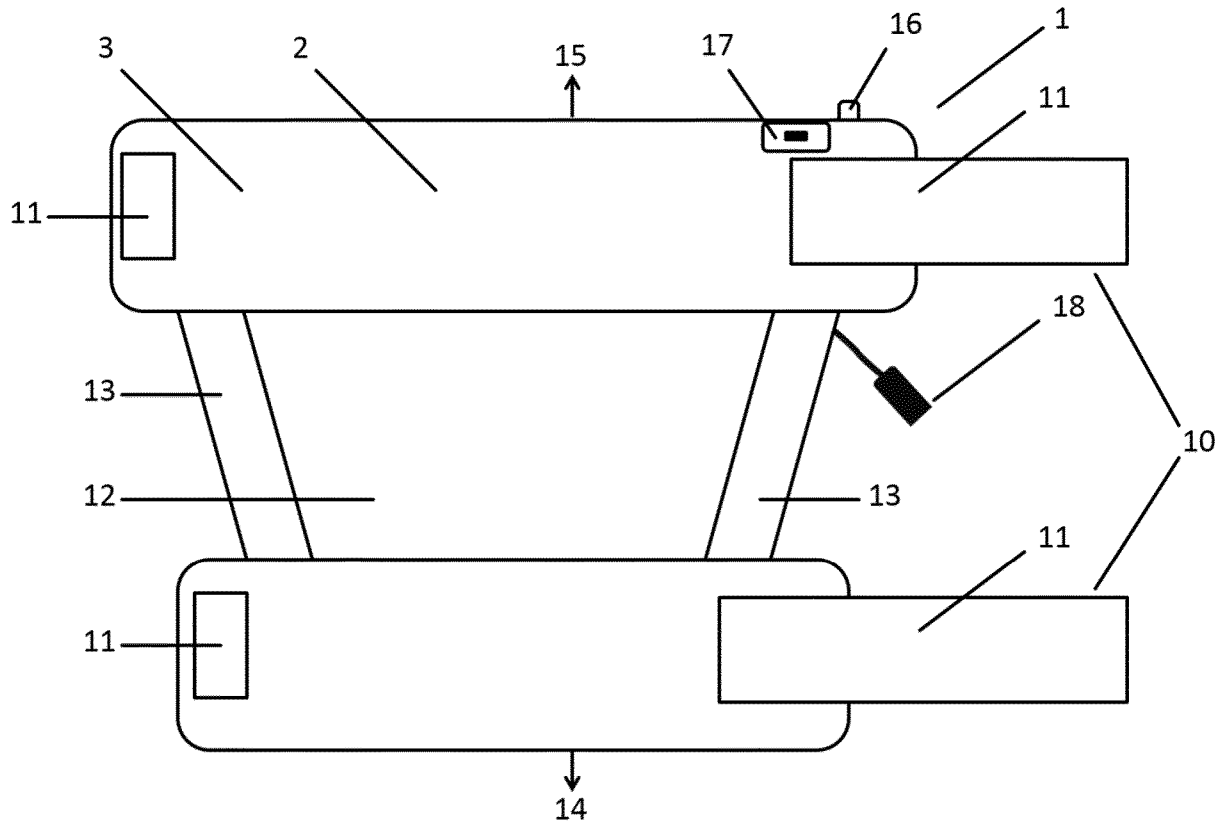


Fig. 1

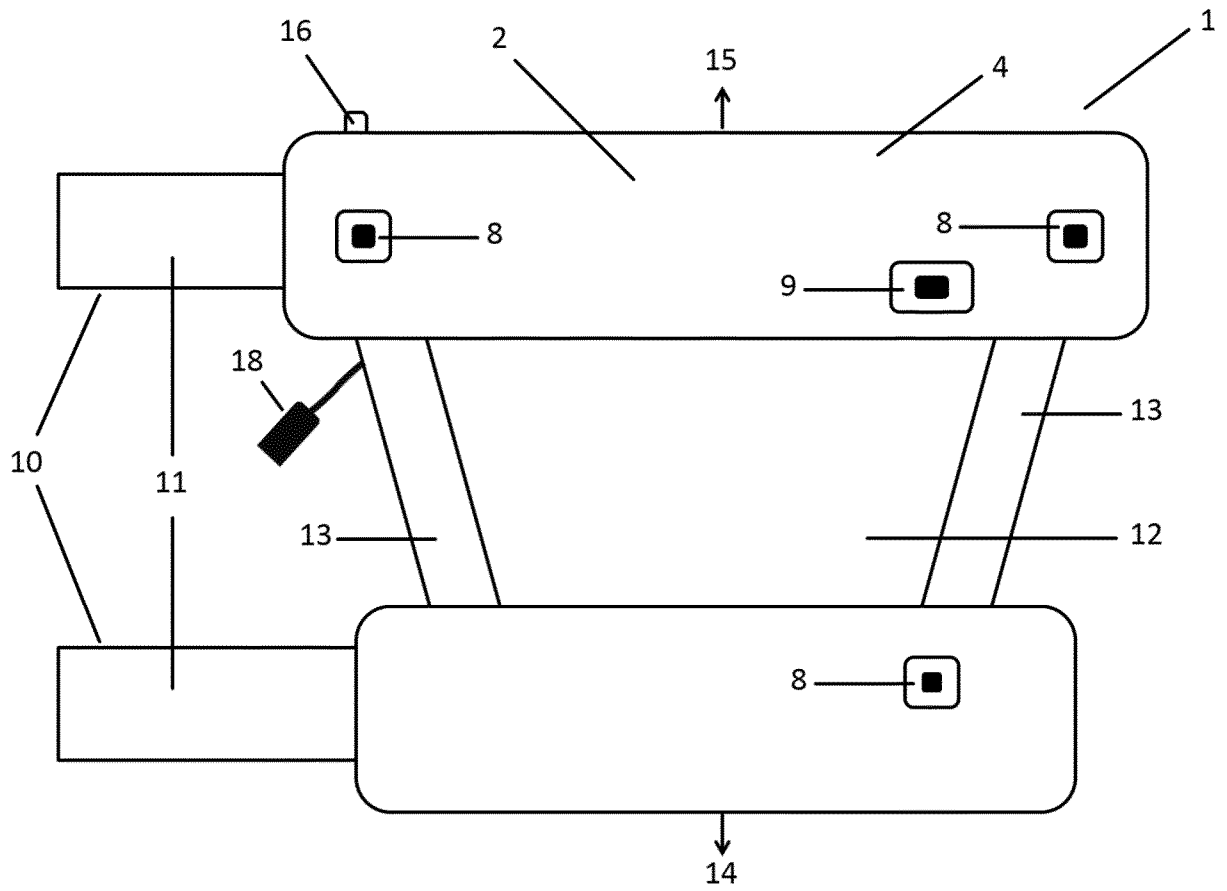


Fig. 2

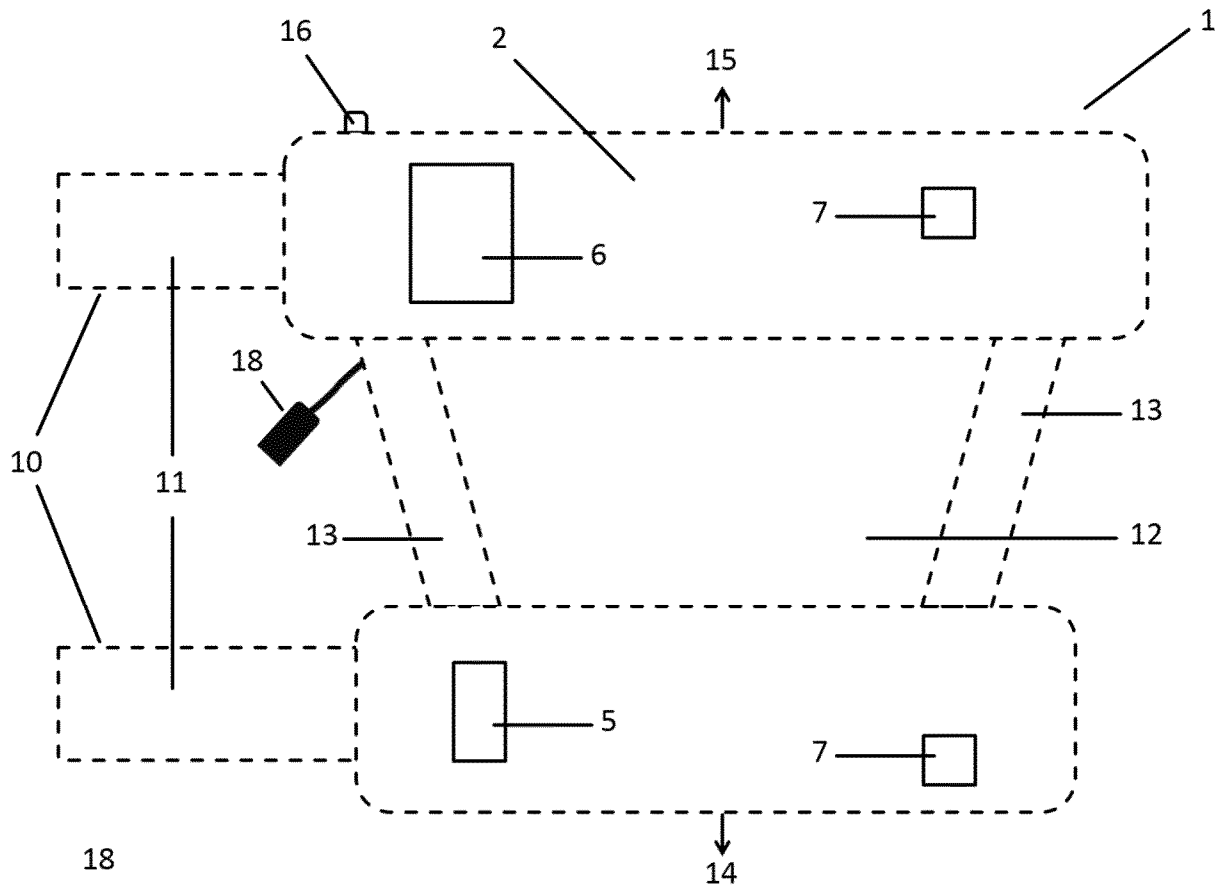


Fig. 3

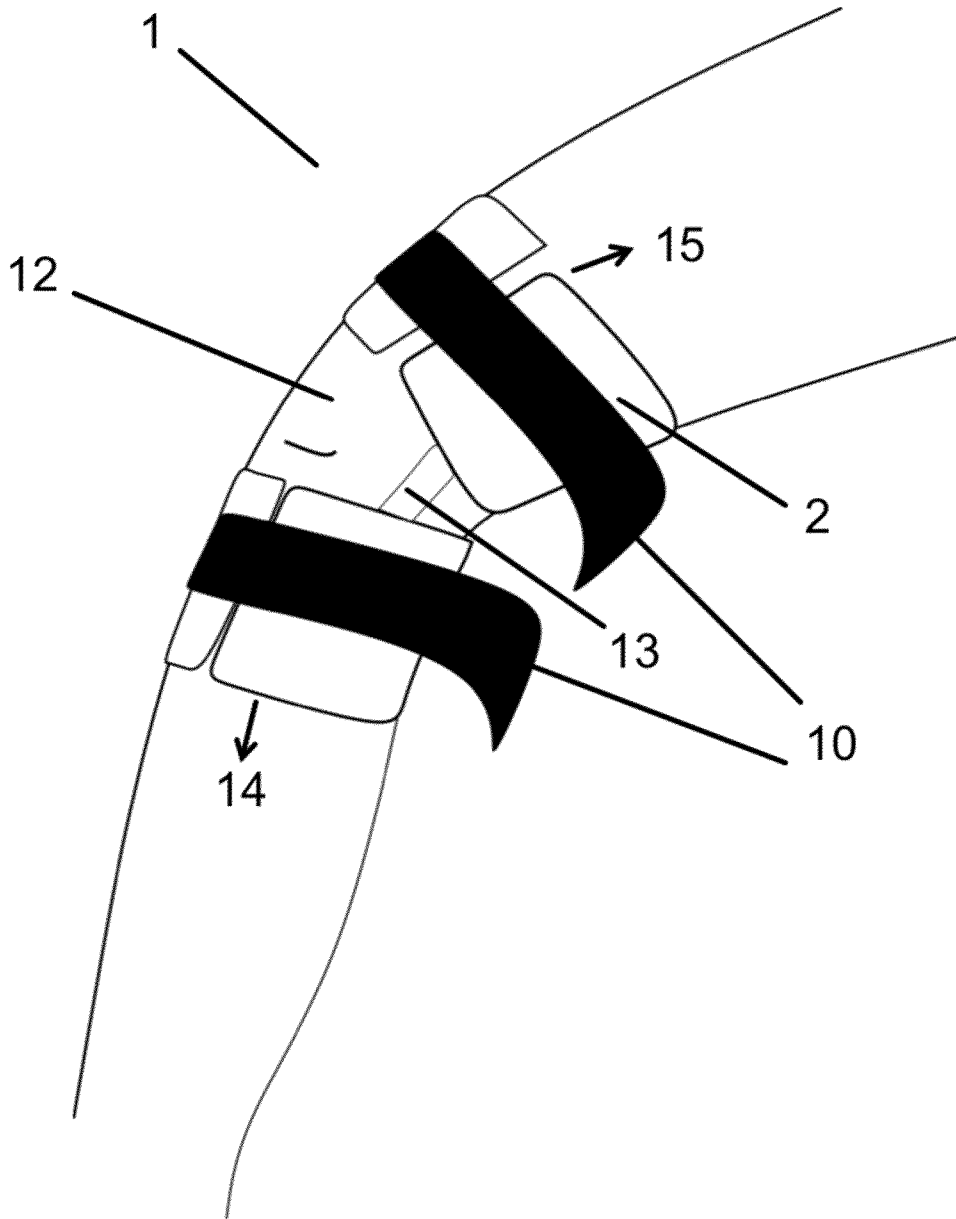


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/060452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G16H 50/20</i> (2018.01)i; <i>G16H 20/30</i> (2018.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G16H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003083596 A1 (KRAMER JAMES F [US] ET AL) 01 May 2003 (2003-05-01) figures 3A, 3B, 9 paragraph [0083] - paragraph [0125] paragraph [0016] - paragraph [0020] paragraph [0185] - paragraph [0186] claims 2,5	1-15
A	US 2018015284 A1 (COLEMAN STRUAN [US] ET AL) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraph [0012] paragraph [0193] - paragraph [0194]	1-15
A	US 2013192071 A1 (ESPOSITO MARIO [US] ET AL) 01 August 2013 (2013-08-01) paragraph [0009] paragraph [0088]	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 July 2019		Date of mailing of the international search report 01 August 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Wittke, Claudia Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/060452

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2003083596	A1	01 May 2003	AU 7161598 A	13 November 1998
				US 6050962 A	18 April 2000
				US 6428490 B1	06 August 2002
				US 2003083596 A1	01 May 2003
				WO 9847426 A1	29 October 1998
<hr/>					
US	2018015284	A1	18 January 2018	NONE	
<hr/>					
US	2013192071	A1	01 August 2013	AU 2013215287 A1	28 August 2014
				CA 2862732 A1	08 August 2013
				CN 104219999 A	17 December 2014
				EP 2809232 A2	10 December 2014
				ES 2618728 T3	22 June 2017
				HK 1204898 A1	11 December 2015
				JP 6272238 B2	31 January 2018
				JP 2015509028 A	26 March 2015
				KR 20140123977 A	23 October 2014
				US 2013192071 A1	01 August 2013
				US 2015177080 A1	25 June 2015
				WO 2013116242 A2	08 August 2013
<hr/>					

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G16H50/20 G16H20/30
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G16H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/083596 A1 (KRAMER JAMES F [US] ET AL) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Abbildungen 3A, 3B, 9 Absatz [0083] - Absatz [0125] Absatz [0016] - Absatz [0020] Absatz [0185] - Absatz [0186] Ansprüche 2,5	1-15
A	----- US 2018/015284 A1 (COLEMAN STRUAN [US] ET AL) 18. Januar 2018 (2018-01-18) Absatz [0012] Absatz [0193] - Absatz [0194]	1-15
A	----- US 2013/192071 A1 (ESPOSITO MARIO [US] ET AL) 1. August 2013 (2013-08-01) Absatz [0009] Absatz [0088]	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Juli 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/08/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wittke, Claudia

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/060452

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003083596 A1	01-05-2003	AU 7161598 A	13-11-1998
		US 6050962 A	18-04-2000
		US 6428490 B1	06-08-2002
		US 2003083596 A1	01-05-2003
		WO 9847426 A1	29-10-1998

US 2018015284 A1	18-01-2018	KEINE	

US 2013192071 A1	01-08-2013	AU 2013215287 A1	28-08-2014
		CA 2862732 A1	08-08-2013
		CN 104219999 A	17-12-2014
		EP 2809232 A2	10-12-2014
		ES 2618728 T3	22-06-2017
		HK 1204898 A1	11-12-2015
		JP 6272238 B2	31-01-2018
		JP 2015509028 A	26-03-2015
		KR 20140123977 A	23-10-2014
		US 2013192071 A1	01-08-2013
		US 2015177080 A1	25-06-2015
		WO 2013116242 A2	08-08-2013
