

(19)



(11)

EP 2 616 033 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.02.2020 Patentblatt 2020/06

(51) Int Cl.:
A61H 1/00 (2006.01) **A61H 1/02** (2006.01)
A61H 23/02 (2006.01) **A61H 23/04** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11749075.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2011/000177

(22) Anmeldetag: **08.08.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/034239 (22.03.2012 Gazette 2012/12)

(54) **KNIESCHEIBENGREIFER UND GERÄT ZUM BEWEGEN EINER KNIESCHEIBE UMFASSEND EINEN SOLCHEN KNIESCHEIBENGREIFER**

PATELLA GRIPPER AND DEVICE FOR MOVING A PATELLA COMPRISING SUCH A PATELLA GRIPPER

GRAPPIN POUR ROTULE ET APPAREIL POUR DÉPLACER UNE ROTULE COMPRENANT UN TEL GRAPPIN À ROTULE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **16.09.2010 CH 15092010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.07.2013 Patentblatt 2013/30

(73) Patentinhaber: **Hsr Hochschule Für Technik Rapperswil**
8640 Rapperswil (CH)

(72) Erfinder:
• **KOLLER-HODAC, Agathe**
CH-8805 Richterswil (CH)

- **LEONARDO, Domenico**
CH-8820 Wädenswil (CH)
- **ALTMEYER, Manuel**
CH-8640 Rapperswil-Jona (CH)
- **WALPEN, Silvio**
CH-8820 Wädenswil (CH)
- **FELDER, Daniel**
CH-8640 Rapperswil (CH)

(74) Vertreter: **Frischknecht, Harry Ralph**
Isler & Pedrazzini AG
Giesshübelstrasse 45
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
CN-Y- 2 173 056 US-A- 5 156 163

EP 2 616 033 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kniescheiben-greifer, und ein Gerät zum Bewegen einer Kniescheibe gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche. Eine Kniescheibe wird auch als Patella bezeichnet.

Stand der Technik

[0002] Das Knie ist das grösste und komplexeste Gelenk des menschlichen Körpers und es kann von sowohl degenerativen als auch traumatischen Erkrankungen betroffen sein. Mit einer Zunahme der Überalterung der Bevölkerung wurde eine kontinuierliche Zunahme von degenerativen Knieerkrankungen beobachtet (Schabus, R. und Bosina, E., The knee - Diagnosis, Therapy and Rehabilitation, 2007, Springer Verlag), welche in der Regel zu Defekten im Kniegelenkknorpel führen. Derartige Defekte im Kniegelenkknorpel haben zu 11026 Knieersetzungen in der Schweiz im Jahre 2006 und zu mehr als 500000 vollständigen Knieersetzungen weltweit geführt gemäss einer Schätzung aus dem Jahre 2004 (Agneskircher, J.D. und Lobenhofer, P., Endoprothetik des Kniegelenks, Unfallchirurg, 2004, 107:219-231; Larsen, Ch., Trainieren statt Operieren?, Schweizerische Ärztezeitung, 2009, 90(38):1476-1479). Ausserdem erfordern traumatische Läsionen der vorderen und/oder hinteren Kreuzbänder oftmals einen chirurgischen Eingriff (Schabus, R. und Bosina, E., The knee - Diagnosis, Therapy and Rehabilitation, 2007, Springer Verlag). Die Kniescheibe bzw. Patella ist der bewegliche Knochen, der vor dem Kniegelenk liegt und der in eine Sehne, die die Quadrizepsmuskeln mit den Unterschenkelknochen verbindet, eingebunden ist. Gelenkknorpel bedeckt die Rückseite der Kniescheibe. Die Mobilisierung bzw. Bewegung dieser Knie-region ist äusserst wichtig beim Rehabilitationsprozess, um ein Verkleben des Knies und des Kniegelenks zu verhindern.

[0003] Nach einer Knieverletzung oder -operation durchlaufen Patienten in der Regel eine intensive Rehabilitationstherapie. Ziel der Rehabilitationstherapie ist es, eventuelles Anschwellen zu verringern, weitere Entzündungen zu verhindern, die Mobilität des Knies durch eine Anzahl von passiven Bewegungsübungen zu erhalten bzw. wiederherzustellen, die Mobilität der Kniescheibe zu erhalten bzw. wiederherzustellen und die Stärke des Quadrizeps und des so genannten Hamstrings (rückseitige Oberschenkelmuskulatur) zu erhalten (Kokmeyer, D., Tutorials on rehabilitation of knee patients with arthrofibrosis, 2007, Kneeguru Information Hub; Stalzer, S., Atkins, J., Hagerman, G., Rehabilitation Principles, in: The Crucial Principles in Care of the Knee, Herausgeber: Feagin, J.A. Jr. und Steadman, J.R., 2008, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia).

[0004] Nach einer Knieoperation erhalten die Patient-

en die Rehabilitationstherapie typischerweise in spezialisierten orthopädischen Kliniken und Rehabilitationszentren wie z.B. Sport-Kliniken. Die Erhaltung der Beweglichkeit der Kniescheibe und der ihr zugehörigen Sehne ist wesentlich, um eine normale Bewegungsreichweite (so genannte range of motion - ROM) wiederzuerlangen und die Bildung von Verklebungen in der Verbindung zwischen der Kniescheibe und dem Oberschenkel zu verhindern (Heckmann, T.P., Noyes, F.R., Barber-Westin, S.D., Rehabilitation of Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructions, in: Noyes Knee Disorders Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes, Herausgeber: Noyes, F.R., 2010, Saunders Elsevier, Philadelphia; Stalzer, S., Atkins, J., Hagerman, G., Rehabilitation Principles, in: The Crucial Principles in Care of the Knee, Herausgeber: Feagin, J.A. Jr. und Steadman, J.R., 2008, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia). In der Tat ist eine hohe Mobilität der Kniescheibe äusserst wichtig für ein vollständiges Funktionieren des Knies (Cavanaugh, J.T., Rehabilitation for Non-operative and Operative Management of Knee Injuries, in: The adult knee, Herausgeber: Callaghan, J.J., Rosenberg, A.G., Rubash, H.E., Simonian, P.T. und Wickiewicz, T.L., 2003, Lippincott Williams Wilkins, Philadelphia).

[0005] Während der Rehabilitationstherapie wird die Kniescheibe in der Regel wiederholt aus ihrer Normallage ausgelenkt. Durch das Auslenken aus der Normallage soll verhindert werden, dass die Kniescheibe in der für die Kniescheibe im Oberschenkelknochen vorgesehenen Gleitrinne aufgrund von möglichen Blutungen im Inneren des Knies festklebt. Ein solches Festkleben der Kniescheibe führt zu einer Verschlechterung der Mobilität des Knies, zu einer erhöhten Steifigkeit und Instabilität des Kniegelenks und zu erhöhten Schmerzen. Das Auslenken aus der Normallage dient also dazu, die Bewegungsfähigkeit und Mobilität des Kniegelenks und des Knies zu erhalten.

[0006] Um ein Festkleben der Kniescheibe zu verhindern, bewegen die Physiotherapeuten die Kniescheibe in der Regel von Hand basierend auf langem Erfahrungswissen. Das manuelle Bewegen der Kniescheibe muss mehrmals am Tag während mehrerer Tage vom Physiotherapeuten durchgeführt werden. Hierbei wird die Kniescheibe manuell in medial-lateraler Richtung und in kranial-kaudaler Richtung bewegt (Heckmann, T.P., Noyes, F.R., Barber-Westin, S.D., Rehabilitation of Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructions, in: Noyes Knee Disorders Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes, Herausgeber: Noyes, F.R., 2010, Saunders Elsevier, Philadelphia; Stalzer, S., Atkins, J., Hagerman, G., Rehabilitation Principles, in: The Crucial Principles in Care of the Knee, Herausgeber: Feagin, J.A. Jr. und Steadman, J.R., 2008, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia). Bei der Bewegung in medial-lateraler Richtung wird die Kniescheibe von ihrer Mitte aus in Querrichtung zu jeder Seite hin bewegt. Bei der Bewegung in kranial-kaudaler Rich-

tung wird die Kniescheibe in Längsrichtung nach oben und unten, d.h. zum Kopf und zum gegenüberliegenden, unteren Körperende hin, bewegt. Die Begriffe "Längsrichtung" und "Querrichtung" beziehen sich auf das Bein des Patienten.

[0007] Da der Einsatz von Physiotherapeuten erforderlich ist, ist dieses manuelle Verfahren relativ kostenintensiv. Ferner wird es wegen seiner Monotonie von den Physiotherapeuten nicht sehr geschätzt. Das manuelle Bewegen der Kniescheibe wird daher wenig praktiziert und in manchen Kliniken und Rehabilitationszentren sogar gar nicht angeboten.

[0008] Die Patienten werden von den Physiotherapeuten instruiert, die Kniescheibe auch nach der Entlassung aus der Klinik bzw. dem Rehabilitationszentrum selbst manuell in medial-lateraler Richtung und in kranial-kaudaler Richtung während mehrerer Wochen, mehrmals am Tag, zu bewegen. Typischerweise soll die Kniescheibe auf diese Weise bis zur sechsten Woche nach der Operation zwei- bis dreimal am Tag für etwa 10 bis 15 Minuten zu Hause von den Patienten bewegt werden. Jedoch führen fehlende Selbstdisziplin und Motivation, die Angst des Patienten, etwas beim Bewegen der Kniescheibe falsch zu machen, sowie körperliche Schwierigkeiten bei der Eigendurchführung der manuellen Bewegung der Kniescheibe oftmals dazu, dass die Ergebnisse dieser Eigentherapie sehr unterschiedlich ausfallen und häufig eine optimale Gesundheit verhindert wird. So muss z.B. der Patient bei dieser Form der manuellen Therapie die Kniescheibe bei gestrecktem Bein selbst bewegen, wofür mehrere Beinmuskulgruppen entspannt sein müssen. Dies fällt jedoch vielen Patienten schwer, vor allem wenn sie gleichzeitig mit der Hand am eigenen Bein die Kniescheibe bewegen sollen.

[0009] Für die Mobilisierung des Kniegelenks in Längsrichtung können passive Bewegungsgeräte eingesetzt werden, die eine kontinuierliche Bewegung der Kniescheibe durchführen (so genannte continuous passive motion - CPM). Diese passiven Bewegungsgeräte werden von einem externen Motor angetrieben und bewegen das Bein in einer kontrollierten Weise im Rahmen einer vordefinierten Beugung des Kniegelenks, wobei die Muskeln passiv verbleiben (US 5,333,604 A; Stalzer, S., Atkins, J., Hagerman, G., Rehabilitation Principles, in: The Crucial Principles in Care of the Knee, Herausgeber: Feagin, J.A. Jr. und Steadman, J.R., 2008, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia; Lenssen, T.A.F., van Steyn, M.J.A., Crijns, Y.H.F., Waltj, E.M.H., Roos, G.M., Geesin, R.J.T., van den Brandt, P.A., De Bie, R.A., Effectiveness of Prolonged Use of Continuous Passive Motion (CPM), as an Adjunct to Physiotherapy, After Total Knee Arthroplasty, BMC Musculoskeletal Disorders, 2008, 9:60; Salter, R.B., Hamilton, H.W., Wedge, J.H., Tile, M., Torode, I.P., O'Driscoll, S.W., Murnaghan, J.J., Sanger, J.H., Clinical Application of Basic Research on Continuous Passive Motion for Disorders and Injuries of Synovial Joints: A Preliminary Report of a Feasibility Study, J. Orthop. Res., 1984, 1:325-342). Mit Hilfe dieser

passiven Bewegungsgeräte wird das Kniegelenk automatisch gebogen und dabei die Beweglichkeit verbessert. Allerdings hilft dieses Gerät nur indirekt, das Festkleben der Kniescheibe zu verringern. Die Kniescheibe wird nämlich nur in Längsrichtung bewegt, was jedoch nicht den optimalen Bewegungsabläufen entspricht, die von der Kniescheibe in der Rehabilitationstherapie durchgeführt werden sollen. Auch enthalten die bekannten passiven Bewegungsgeräte keine Sensorik und keine Regelung, mit denen die Bewegungsabläufe des Kniees und der Kniescheibe überwacht werden könnten. Hersteller derartiger passiver Bewegungsgeräte sind zum Beispiel die Unternehmen Sutter in USA, Chattanooga Group, Astromot, Danniger und Kinetec. US5156163 offenbart ein Diagnosegerät zur Messung der Verschiebbarkeit der Patella.

Darstellung der Erfindung

[0010] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Kniescheibengreifer bereitzustellen, mit Hilfe dessen eine Kniescheibe bewegt werden kann. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung, ein Gerät zum Bewegen einer Kniescheibe bereitzustellen, welches die Kniescheibe selbsttätig bewegen kann.

[0011] Diese Aufgaben werden durch einen Kniescheibengreifer, und ein Gerät zum Bewegen einer Kniescheibe mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Ein Kniescheibengreifer wird auch als Patellagreifer bezeichnet.

[0012] Der erfindungsgemäße Kniescheibengreifer für eine Kniescheibe umfasst ein Halteelement und eine Kontaktfingereinrichtung, wobei die Kontaktfingereinrichtung auf der Unterseite des Halteelements angeordnet ist. Die Unterseite des Halteelements ist diejenige Seite, die bei Anwendung des Kniescheibengreifers zum Knie weist. Die Oberseite des Halteelements ist die der Unterseite gegenüberliegende Seite. Die Kontaktfingereinrichtung umfasst wenigstens zwei Kontaktfingereinheiten, die auf gegenüberliegenden Seiten auf der Unterseite des Halteelements angeordnet sind, wobei die Kontaktfingereinrichtung derart ausgestaltet ist, dass die Kniescheibe mittels der Kontaktfingereinheiten in kranial-kaudaler und in medial-lateraler Richtung linear bewegt werden kann. Die Bewegung in kranial-kaudaler Richtung und in medial-lateraler Richtung erfolgt dabei sukzessive, wobei die Reihenfolge variabel ist. Die Bewegung in kranial-kaudaler Richtung umfasst auch eine Bewegung in kaudal-kranialer Richtung.

[0013] Gemäss bevorzugter Ausgestaltung des erfindungsgemässen Kniescheibengreifers umfasst die Kontaktfingereinrichtung in Längsrichtung zwei am Halteelement auf gegenüberliegenden Seiten der Querachse des Halteelements angeordnete Kontaktfingereinheiten. Diese Kontaktfingereinheiten sind in Längsrichtung verstellbar. Sie dienen der Bewegung einer Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung. Die Längsrichtung entspricht der Längsrichtung eines Beins eines Patienten. Die kra-

nial-kaudale Richtung ist als die Richtung vom Kopf zum gegenüberliegenden Körperende, d.h. zu den Füßen, eines Patienten definiert. Ferner umfasst die Kontaktfingereinrichtung gemäss der bevorzugten Ausgestaltung zwei in Querrichtung des Halteelements vorgesehene Kontaktfingereinheiten, wobei diese Kontaktfingereinheiten auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse des Halteelements angeordnet sind. Diese Kontaktfingereinheiten sind in Querrichtung verstellbar. Sie dienen der Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung. Die Querrichtung entspricht der Querrichtung eines Beins eines Patienten. Die medial-laterale Richtung umfasst die Richtungen von der Mitte der Kniescheibe zu ihren Seiten, d.h. seitlich zur kranial-kaudalen Richtung.

[0014] Gemäss weiterer bevorzugter Ausgestaltung des erfindungsgemässen Kniescheibengreifers ist die Kontaktfingereinrichtung drehbar am Halteelement angeordnet, sodass sie um eine Achse, die senkrecht zu der Längsachse des Halteelements und senkrecht zu der Querachse des Haltelements, d.h. um eine Höhenachse bzw. Z-Achse, drehbar ist und zwar insbesondere um 90 Grad. Die Kontaktfingereinrichtung umfasst zwei Kontaktfingereinheiten, die auf gegenüberliegenden Seiten auf der Unterseite des Haltelements angeordnet sind. Die Kontaktfingereinheiten sind in der Ausgangsstellung vorzugsweise in Längsrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Querachse oder in Querrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse des Halteelements angeordnet.

[0015] Es kann auf der Oberseite des Halteelements ein Griff zum Führen des Kniescheibengreifers und/oder zum Drehen der Kontaktfingereinrichtung vorgesehen sein. Sämtliche Kontaktfingereinheiten sind vorzugsweise höhenverstellbar. Bevorzugt umfassen die Kontaktfingereinheiten einen oder mehrere Kontaktfinger.

[0016] Das erfindungsgemässe Gerät zum Bewegen einer Kniescheibe umfasst einen erfindungsgemässen Kniescheibengreifer und eine Beinhaltdevorrichtung. Ferner sind eine oder mehrere Antriebseinheiten für die Bewegung der Kontaktfingereinheiten des Kniescheibengreifers in kranial-kaudaler Richtung (d.h. in Längsrichtung) bzw. in medial-lateraler Richtung (d.h. in Querrichtung) und eine Steuereinheit zur Steuerung der einen oder mehreren Antriebseinheiten vorgesehen. Unter der Bewegung einer Kniescheibe wird auch die Mobilisierung einer Kniescheibe verstanden. Die einen oder mehreren Antriebseinheiten können die Kontaktfingereinheiten direkt bewegen oder indirekt durch die Bewegung des gesamten Kniescheibengreifers.

[0017] Der erfindungsgemässe Kniescheibengreifer und das erfindungsgemässe Gerät zur Bewegung einer Kniescheibe können sowohl bei klinisch überwachten Rehabilitationstherapien als auch bei unüberwachten, vom Patienten selbst durchgeführten Rehabilitationstherapien eingesetzt werden. Dadurch dass mittels der entsprechend ausgeführten Kontaktfingereinrichtung sowohl eine Bewegung der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung als auch eine Bewegung in medial-lateraler

Richtung erzielt werden kann, kann der Heilungsprozess nach einer Knieoperation im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren verbessert und gegebenenfalls auch beschleunigt werden. Oftmals ist eine Mobilisierung des Kniegelenks schon vor einer Operation sinnvoll, wobei auch hierfür der erfindungsgemässe Kniescheibengreifer und das erfindungsgemässe Gerät eingesetzt werden können. Durch den Einsatz des erfindungsgemässen Geräts kann die Kniescheibe automatisch auf regelmässige und wiederholbare Weise in kranial-kaudaler Richtung und in medial-lateraler Richtung bewegt werden. Die Bewegung der Kniescheibe braucht somit nicht mehr von einem Physiotherapeuten durchgeführt werden. Der Physiotherapeut wird also von dieser durchaus monotonen und zeitraubenden Tätigkeit entlastet und es können somit Kosten bei der Rehabilitationstherapie eingespart werden.

[0018] Bei dem Verfahren zum Einstellen des erfindungsgemässen Geräts zum Bewegen einer Kniescheibe wird das Gerät durch Betätigen einer am Gerät vorgesehenen Aktivierungstaste in eine Lernphase (auch Lernmodus genannt) versetzt. Vorab ist der Kniescheibengreifer von einem Physiotherapeuten oder dem Patienten selber auf die Kniescheibe des Patienten aufgebracht worden. Alternativ kann der erfindungsgemässe Kniescheibengreifer auch mittels der Steuereinheit auf eine Kniescheibe eines Patienten aufgebracht worden sein. Die Position, in der sich der Kniescheibengreifer nach dem Aufbringen befindet, stellt die Initialposition bzw. Nullposition des Kniescheibengreifers dar, die bevorzugt im Steuergerät beispielsweise durch Betätigen eines am Kniescheibengreifers vorgesehenen Bedienelements hinterlegt wird. Vorzugsweise erst wenn die Nullposition auf diese Weise für die Querachse und die Längsachse des Kniescheibengreifers definiert ist, kann die Bewegung des Kniescheibengreifers in die zu erlernende Richtung erfolgen, d.h. die Bewegung in die als nächstes zu erlernende Richtung wird erst dann freigegeben bzw. entriegelt.

[0019] Anschliessend werden mittels der Steuereinheit die Kontaktfingereinheiten über eine Antriebseinheit in kranial-kaudaler Richtung auf den Kopf des Patienten zu bewegt, bis der Patient die Aktivierungstaste erneut betätigt, wobei der Wert der im Zeitpunkt der Betätigung der Aktivierungstaste auf die Kniescheibe ausgeübten Kraft und/oder der Wert der maximalen Auslenkung des Kniescheibengreifers bzw. der Kontaktfingereinheiten direkt oder indirekt im Gerät gespeichert werden (erster kranial-kaudaler Verfahrensschritt). Weiter werden mittels der Steuereinheit die Kontaktfingereinheiten über die Antriebseinheit in kranial-kaudaler Richtung auf das dem Kopf gegenüberliegende Körperende des Patienten zu bewegt, bis der Patient die Aktivierungstaste betätigt, wobei wiederum der Wert der im Zeitpunkt der Betätigung der Aktivierungstaste auf die Kniescheibe ausgeübten Kraft und/oder der Wert der maximalen Auslenkung des Kniescheibengreifers bzw. der Kontaktfingereinheiten direkt oder indirekt im Gerät gespeichert werden (zweiter

kranial-kaudaler Verfahrensschritt). Unter einem "Betätigen einer Aktivierungstaste" wird unter anderem sowohl ein Drücken der Aktivierungstaste als auch ein Loslassen der gedrückt gehaltenen Aktivierungstaste verstanden.

[0020] Nach Durchführung des ersten und des zweiten kranial-kaudalen Verfahrensschritts wird der Kniescheibengreifer mittels der Steuereinheit vorzugsweise wieder in die Nullposition geführt. Danach werden mittels der Steuereinheit die Kontaktfingereinheiten über dieselbe oder eine andere Antriebseinheit in medial-lateraler Richtung aus einer Initialposition zur vom Patienten aus gesehen linken Körperseite des Patienten bewegt, bis der Patient die Aktivierungstaste betätigt, wobei wiederum der Wert der im Zeitpunkt der Betätigung der Aktivierungstaste auf die Kniescheibe ausgeübten Kraft und/oder der Wert der maximalen Auslenkung des Kniescheibengreifers bzw. der Kontaktfingereinheiten direkt oder indirekt im Gerät gespeichert werden (erster medial-lateraler Verfahrensschritt). Schliesslich werden mittels der Steuereinheit die Kontaktfingereinheiten über dieselbe Antriebseinheit wie im letzten Verfahrensschritt in medial-lateraler Richtung aus der Initialposition zur vom Patienten aus gesehen rechten Körperseite des Patienten bewegt, bis der Patient die Aktivierungstaste betätigt, wobei wiederum der Wert der im Zeitpunkt der Betätigung der Aktivierungstaste auf die Kniescheibe ausgeübten Kraft und/oder der Wert der maximalen Auslenkung des Kniescheibengreifers bzw. der Kontaktfingereinheiten direkt oder indirekt im Gerät gespeichert werden (erster medial-lateraler Verfahrensschritt).

[0021] Unter einer direkten Speicherung der ausgeübten Kraft wird die Speicherung der tatsächlich mittels eines oder mehrerer Kraftsensoren gemessenen ausgeübten Kraft verstanden. Unter einer indirekten Speicherung der ausgeübten Kraft wird die Speicherung einer gemessenen Grösse verstanden, aus der sich die ausgeübte Kraft herleiten lässt. Hierbei kann es sich beispielsweise um den mittels einer oder mehrerer Drucksensoreinheiten gemessenen Druck handeln (bei einer Ausgestaltung der einen oder mehreren Antriebseinheiten als fluidische Pumpe(n)). Die Bewegung der Kontaktfingereinheiten kann direkt erfolgen (auch ohne Bewegung des Halteelements) oder durch Bewegung des Kniescheibengreifers. Unter einer direkten Speicherung der Auslenkung des Kniescheibengreifers bzw. der Kontaktfingereinheiten wird die Speicherung der tatsächlich mittels einer oder mehrerer linearer Sensoreinheiten (im Folgenden auch Linearsensoreinheiten genannt) gemessenen Auslenkung verstanden. Unter einer indirekten Speicherung dieser Auslenkung wird die Speicherung einer gemessenen Grösse verstanden, aus der sich die Auslenkung herleiten lässt. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Kombination des gemessenen oder des vorgegebenen Drehzahlwerts für die fluidische Pumpe und der gemessenen Zeit (d.h. der Zeit seit dem Start der Auslenkung in einer spezifischen Richtung) handeln (bei einer Ausgestaltung der einen oder mehreren Antriebseinheiten als fluidische Pumpe(n)).

[0022] Die Reihenfolge des ersten kranial-kaudalen Verfahrensschritts, des zweiten kranial-kaudalen Verfahrensschritts, des ersten medial-lateralen Verfahrensschritts und des zweiten medial-lateralen Verfahrensschritts ist bei dem Verfahren beliebig, d.h. diese Verfahrensschritte können in beliebiger Reihenfolge ausgeführt werden. Zwischen einem kranial-kaudalen Verfahrensschritt und einem medial-lateralen Verfahrensschritt (und vice versa) erfolgt eine Drehung der Kontaktfingereinrichtung um 90 Grad, wenn die Kontaktfingereinrichtung nur zwei gegenüberliegende Kontaktfingereinheiten enthält und drehbar ausgeführt ist.

[0023] Das Verfahren zum Einstellen des erfindungsgemässen Geräts läuft vorteilhafterweise automatisch bzw. automatisiert ab, sodass es auch vom Patienten selbst ohne Hilfe eines Physiotherapeuten durchgeführt werden kann. Durch erneutes Durchführen des Verfahrens können das Gerät und somit die Rehabilitationstherapie an den Heilungsprozess eines Patienten angepasst werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und den anhand der Zeichnungen nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers mit Blickrichtung von oben, Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers mit Blickrichtung von unten, Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe, Fig. 4 eine weitere perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe mit einem schematisch dargestellten Beinabschnitt eines Patienten, Fig. 5 die Darstellung gemäss Figur 4, wobei ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Kniescheibengreifers auf den Beinabschnitt des Patienten aufgebracht ist, Fig. 6 eine weitere perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe mit Beinabschnitt eines Patienten, Fig. 7 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe, Fig. 8 eine schematische Darstellung der Beinhaltvorrichtung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe mit eingebrachtem Bein, Fig. 9 ein Flussdiagramm, welches die Einstellung

und den Betrieb des ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe darstellt,

Fig. 10 eine graphische Darstellung der gemessenen, von dem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Geräts ausgeübten Kraft in kranial-kaudaler Richtung in Abhängigkeit von der Zeit,

Fig. 11 eine graphische Darstellung der gemessenen, von dem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Geräts ausgeübten Kraft in kranial-kaudaler Richtung und der gemessenen Auslenkung der Kniescheibe in Abhängigkeit von der Zeit,

Fig. 12 eine perspektivische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers, welches an einen Beinabschnitt eines Patienten angebracht ist, und eine Beinhaltevorrichtung,

Fig. 13 eine perspektivische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers mit Blickrichtung von unten und

Fig. 14 ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe.

[0025] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleich wirkende Komponenten.

Weg(e) zur Ausführung der Erfindung

[0026] In den Figuren 1 und 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel 1 eines Kniescheibengreifers gemäss der Erfindung dargestellt. Der Kniescheibengreifer 1 umfasst einen Griff 2, ein Halteelement 3 und eine Kontaktfingereinrichtung 4 mit vier Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2. Der Griff 2 ist auf der Oberseite des Halteelements 3 und die Kontaktfingereinrichtung 4 ist auf der Unterseite des Halteelements 3 angeordnet. Der Griff 2 ist vorzugsweise mittig auf der Oberseite des Halteelements 3 angeordnet und bevorzugt mit dem Halteelement 3 verschraubt. Jeder Kontaktfingereinheit 4.1, 4.2 ist eine Einstelleinheit 5 zugeordnet, die Führungsschienen 6 und eine Höheneinstelleinheit 7 umfasst. Der Griff 2 ist optional. Es ist auch eine Führung des Kniescheibengreifers 1 direkt über das Halteelement 3 möglich.

[0027] Jeweils zwei Kontaktfingereinheiten 4.1 sind auf der Längsachse 8 des Kniescheibengreifers 1 (und somit des Halteelements 3) angeordnet und zwar derart, dass jeweils eine Kontaktfingereinheit 4.1 auf jeder Seite der Querachse 9 des Kniescheibengreifers 1 bzw. des Halteelements 3 angeordnet ist. Wird der Kniescheibengreifer 1 auf eine Kniescheibe eines Patienten aufgebracht, so kann durch entsprechende Führung/Bewegung des Kniescheibengreifers 1 die Kniescheibe über die Kontaktfingereinheiten 4.1 in kranial-kaudaler Richtung hin- und herbewegt werden.

[0028] Jede Kontaktfingereinheit 4.1 umfasst vorzugsweise zwei Kontaktfinger 10, die im an eine Kniescheibe

angebrachten Zustand an diese angreifen. Die Kontaktfinger 10 sind derart angeordnet, dass sie sich auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse 8 des Kniescheibengreifers 1 bzw. Halteelements 3 befinden. Mit zwei derart angeordneten Kontaktfingern 10 je Kontaktfingereinheit 4.1 kann ein besonders guter Sitz des Kniescheibengreifers 1 an einer Kniescheibe und eine gut geführte Bewegung der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung bewirkt werden. Ferner kann beim Aufbringen der Kontaktfingereinheit 1 auf ein Bein des Patienten auf eventuelle Narben, die oftmals in Längsrichtung verlaufen, und auf eventuelle Schwellungen Rücksicht genommen werden, indem je ein Kontaktfinger 10 jeder Kontaktfingereinheit 4.1 auf einer Seite der Narbe bzw. der Schwellung positioniert wird, sodass schmerzhafter Kontakt mit der Narbe/der Schwellung vermieden wird. Selbstverständlich kann je nach Anwendungsfall jede Kontaktfingereinheit 4.1 auch mehr oder weniger als zwei Kontaktfinger 10 aufweisen.

[0029] Weiter sind jeweils zwei Kontaktfingereinheiten 4.2 auf der Querachse 9 des Kniescheibengreifers 1 (und somit des Halteelements 3) angeordnet und zwar derart, dass jeweils eine Kontaktfingereinheit 4.2 auf jeder Seite der Längsachse 8 des Kniescheibengreifers 1 bzw. des Halteelements 3 angeordnet ist. Wird der Kniescheibengreifer 1 auf eine Kniescheibe eines Patienten aufgebracht, so kann durch entsprechende Führung/Bewegung des Kniescheibengreifers 1 die Kniescheibe über die Kontaktfingereinheiten 4.2 in medial-lateraler Richtung hin- und herbewegt werden.

[0030] Jede Kontaktfingereinheit 4.2 umfasst vorzugsweise einen Kontaktfinger 10, der im an eine Kniescheibe angebrachten Zustand an diese angreift. Die Kontaktfinger 10 sind derart angeordnet, dass sie sich auf der Querachse 8 des Kniescheibengreifers 1 bzw. Halteelements 3 befinden. Hierdurch kann eine gut geführte Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung bewirkt werden. Selbstverständlich kann jede Kontaktfingereinheit 4.2 auch mehr als einen Kontaktfinger 10 aufweisen.

[0031] Die Enden der Kontaktfinger 10, die weiter von dem Halteelement 3 entfernt sind, sind vorzugsweise kugelförmig geformt, um einen für den Patienten angenehmen Kontakt mit dem Bein und dem Knie des Patienten zu ermöglichen. An diesen Enden sind die Kontaktfinger 10 vorzugsweise mit Schutzhauben (nicht dargestellt) versehen. Die Schutzhauben bestehen bevorzugt aus Silikon oder einem silikonartigen Material oder umfassen ein solches. Die Schutzhauben sind vorzugsweise auf die Enden der Kontaktfinger 10 geklebt. Durch das Vorsehen derartiger Schutzhauben können Schmerzen und Irritationen, die aufgrund des Kontakts des Beins des Patienten mit dem Kniescheibengreifer entstehen können, besser vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0032] Die Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2 sind vorzugsweise über die Höheneinstelleinheiten 7 der ihnen zugeordneten Einstelleinheiten 5 in ihrer Höhe verstellbar an dem Halteelement 3 angebracht. Ferner sind die Kontaktfingereinheiten 4.1 vorzugsweise in der Längs-

richtung und die Kontaktfingereinheiten 4.2 vorzugsweise in der Querrichtung über die Führungsschienen 6 der ihnen zugeordneten Einstelleinheiten 5 verstellbar an dem Halteelement 3 angebracht, wobei die Führungsschienen 6 der Kontaktfingereinheiten 4.1 in Längsrichtung und die Führungsschienen 6 der Kontaktfingereinheiten 4.2 in Querrichtung verlaufen. Die Führungsschienen 6 und die Höheneinstelleinheiten 7 können Einrastpunkte für verschiedene Positionen der Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2 in Längsrichtung bzw. in Querrichtung und in der Höhe aufweisen. Ferner ist den Führungsschienen 6 vorzugsweise jeweils eine Skalierung bzw. eine Masseinteilung 11 zugeordnet. Entsprechend kann auch den Höheneinstelleinheiten 7 jeweils eine Skalierung bzw. eine Masseinteilung zugeordnet sein.

[0033] Mittels der Einstelleinheiten 5 kann die Position der Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2 und somit der Kontaktfinger 10 relativ zum Knie des jeweiligen Patienten manuell eingestellt werden. Auch ist sowohl die vertikale als auch die horizontale Position des Kniescheibengreifers 1 relativ zum Knie manuell einstellbar. Die manuelle Positionierung der Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2 erfolgt vorzugsweise durch einen Physiotherapeuten. Die initialen Abstände zwischen den Kontaktfingereinheiten 4.1, 4.2 in Längs- und in Querrichtung sind vorzugsweise an die typischen Dimensionen von Knien von Männern, Frauen oder je nach Anwendungsfall von Kindern angepasst, sodass die Abstände leicht über den Erstreckungen von typischen Knien in Längs- und in Querrichtung liegen.

[0034] Das Halteelement 3 ist vorzugsweise rautenförmig ausgestaltet, wobei jede Spitze des rautenförmigen Halteelements 3 eine Kontaktfingereinheit 4.1, 4.2 und deren zugehörige Einstelleinheit 5 aufnimmt. Die Kanten des rautenförmigen Halteelements 3 sind zur angenehmeren Handhabung des Kniescheibengreifers 1 bevorzugt nach innen gewölbt und können als Griffflächen die Funktion eines Griffs zum Bewegen des Kniescheibengreifers 1 übernehmen.

[0035] Der erfindungsgemässe Kniescheibengreifer 1 kann manuell von einem Physiotherapeuten oder einem Patienten im Rahmen der Rehabilitationstherapie eingesetzt werden. Er kann jedoch auch als Teil eines Geräts 20 zur automatischen Bewegung einer Kniescheibe eingesetzt werden, wie es in den Figuren 3 bis 7 dargestellt ist, wobei Figur 7 das Blockschaltbild des Geräts 20 wiedergibt. Das Gerät 20 weist hierfür vorzugsweise einen Adapter 21 zum Anschluss des Kniescheibengreifers 1 auf. Der Kniescheibengreifer 21 ist zur Aufnahme des Adapters 21 ausgestaltet. Der Adapter 21 umfasst vorzugsweise zwei in Längsrichtung seitlich und parallel nebeneinander angeordnete, höhenverstellbare Greifarme 22 auf. Der Griff 2 ist vorzugsweise vom Halteelement 3 abnehmbar, sodass der Adapter 21 zwischen den Griff 2 und das Halteelement 3 eingebracht werden kann, wobei der Griff 2 nach Anbringen des Adapters 21 auf das Halteelement 3, welches hierfür bevorzugt entsprechende Einrastelemente aufweist, an dem Adapter 21 oder

wieder an dem Halteelement 3 lösbar befestigt werden kann.

[0036] In den Figuren 3 bis 7 ist ein erstes Ausführungsbeispiel 20 eines erfindungsgemässen Geräts zur Bewegung einer Kniescheibe dargestellt. Das Gerät 20 umfasst einen erfindungsgemässen Kniescheibengreifer 1 gemäss erstem Ausführungsbeispiel und eine Beinhaltevorrückung 23, die vorzugsweise Auflagen 35 für den Unterschenkel und den Oberschenkel eines Patienten aufweist. Das Gerät 20 weist eine Einstellvorrichtung 24 auf, die unter anderem der Höhenverstellung des Kniescheibengreifers 1 dient und in welche die Greifarme 22 des Adapters 21 derart eingreifen, dass sie - vorzugsweise einrastbar - höhenverstellbar sind. Durch die Höhenverstellung der Greifarme 22 kann über den Adapter 21 der Kniescheibengreifer 1 höhenverstellt werden und auf diese Weise auf ein Knie eines Patienten abgesenkt werden. Ferner ist die Einstellvorrichtung 24 vorzugsweise um eine in Querrichtung verlaufende Querachse und vorzugsweise auch um eine in Längsrichtung verlaufende Längsachse schwenkbar, sodass die Lage des Kniescheibengreifers 1 auf der Kniescheibe optimiert werden kann, je nach Lage des Beins in der Beinhaltevorrückung 23. Das erfindungsgemässe Gerät 20 zur Bewegung einer Kniescheibe kann sowohl für rechte als auch für linke Beine eingesetzt werden. Für den Transport weist das Gerät 20 vorzugsweise einen Verriegelungsmechanismus auf, sodass die Einstellvorrichtung 24 und der Kniescheibengreifer 1 fixiert sind.

[0037] Das Gerät 20 weist ferner eine erste Antriebseinheit 25 für die Bewegung des Kniescheibengreifers 1 in kranial-kaudaler Richtung, d.h. in Längsrichtung, eine zweite Antriebseinheit 26 für die Bewegung des Kniescheibengreifers 1 in medial-lateraler Richtung, d.h. in Querrichtung, und eine Steuereinheit 27 zur Steuerung und bevorzugt zur Regelung der ersten Antriebseinheit 25 und der zweiten Antriebseinheit 26 auf (vergleiche Figur 7). Die erste Antriebseinheit 25, die zweite Antriebseinheit 26 und die Steuereinheit 27 sind vorzugsweise zum Schutz in einem gemeinsamen Gehäuse 48 untergebracht. Zur Energieversorgung des Geräts 20 wird vorzugsweise eine Batterie (nicht dargestellt) eingesetzt, sodass das Gerät 20 einfach transportiert werden kann. Die Batterie befindet sich vorzugsweise ebenfalls in dem Gehäuse 48. Es kann jedoch auch zusätzlich oder alternativ zur Stromversorgung ein Anschluss für ein Gebäudestromnetz vorgesehen sein. Die erste und die zweite Antriebseinheit 25, 26 steuern die Bewegung und Position des Kniescheibengreifers 1 über die Bewegung/Position der Einstellvorrichtung 24.

[0038] Figur 4 zeigt das erfindungsgemässe Gerät 20 zur Bewegung einer Kniescheibe mit einer schematischen Darstellung eines Beinabschnitts 49 eines Patienten, wobei der Beinabschnitt 49 das Knie 30 des Patienten umfasst und der Kniescheibengreifer 1 höhenmässig von dem Beinabschnitt 49 entfernt dargestellt ist. Das in Figur 5 dargestellte Gerät 20 entspricht dem Gerät 20 in Figur 4, wobei nun der Kniescheibengreifer 1 mittels der

Einstellvorrichtung 24 auf das Knie 30 abgesenkt ist und an dieses angreift. Figur 6 entspricht der Darstellung in Figur 5, wobei nun zeichnerisch ein reales Bein 38 mit einem Knie 39 dargestellt ist, an welches der Kniescheibengreifer 1 angreift.

[0039] Figur 7 zeigt ein Blockschaltbild des erfindungsgemässen Geräts 20 zur Bewegung einer Kniescheibe, welches einen Kniescheibengreifer 1 gemäss erstem Ausführungsbeispiel umfasst. Die Steuereinheit 27 steuert über die erste Antriebseinheit 25 die kranial-kaudale Bewegung bzw. die Bewegung in Längsrichtung des Kniescheibengreifers 1 und somit der Kniescheibe eines Patienten, wenn der Kniescheibengreifer 1 an die Kniescheibe angreift. Ferner steuert die Steuereinheit 27 über die zweite Antriebseinheit 26 die medial-laterale Bewegung bzw. die Bewegung in Querrichtung des Kniescheibengreifers 1 und somit im aufgebrachten Zustand der Kniescheibe eines Patienten. Die erste und die zweite Antriebseinheit 25, 26 weisen jeweils einen Motor 28, insbesondere einen Elektromotor (vorzugsweise einen Gleichstrommotor) und eine lineare Führungseinheit 29 auf, wobei die lineare Führungseinheit 29 der ersten Antriebseinheit 25 den Kniescheibengreifer 1 in Längsrichtung und die lineare Führungseinheit 29 der zweiten Antriebseinheit 26 den Kniescheibengreifer 1 in Querrichtung bewegt. Zwischen dem jeweiligen Motor 28 und der ihm zugeordneten linearen Führungseinheit 29 ist bevorzugt jeweils eine Übertragungseinheit 30, insbesondere ein Getriebe, vorgesehen, wobei die Übertragungseinheit 30 eine Kupplung umfassen kann. Den Motoren 28 vorgeschaltet ist jeweils eine Leistungselektronikeinheit 31, über welche die Steuereinheit 27 die Motoren 28 ansteuert. Die Leistungselektronikeinheiten 31 können Leistungsverstärker umfassen. Ferner sind vorzugsweise diverse Sensoren vorgesehen, auf die weiter unten noch eingegangen wird.

[0040] Wie bereits ausgeführt werden die erste und die zweite Antriebseinheit 25, 26 derart betrieben, das sie den Kniescheibengreifer 1 gemäss einem kartesischen Koordinatensystem in X- und in Y-Richtung, d.h. in Längs- und in Querrichtung bzw. in kranial-kaudaler und in medial-lateraler Richtung bewegen.

[0041] Zur Messung der linearen Bewegung bzw. zur Auslenkung des Kniescheibengreifers 1 in kranial-kaudaler und in medial-lateraler Richtung ist eine entsprechende lineare Sensoreinheit 32, insbesondere ein lineares Potentiometer, für jede Richtung vorgesehen, welche das Ausmass der Positionsänderung an der jeweiligen linearen Führungseinheit 29 und somit darüber die Position/Auslenkung des Kniescheibengreifers in Längs- bzw. in Querrichtung misst und die gemessenen Werte der Steuereinheit 27 übermittelt. Die linearen Sensoreinheiten 32 werden auch als Positionssensoreinheiten bezeichnet. Ferner ist jedem Motor 28 ein Kodierer bzw. Encoder 33 zugeordnet, welcher die Position der Motorwelle misst und der jeweiligen Leistungselektronikeinheit 31 und/oder der Steuereinheit 27 übermittelt. In Abhängigkeit von den gemessenen Werte der linearen Senso-

reinheiten 32 und gegebenenfalls der Kodierer 33 regelt die Steuereinheit 27 über die erste und die zweite Antriebseinheit 25, 26 den Kniescheibengreifer 1. Insbesondere für den Fall, dass die Kodierer 33 und/oder die linearen Sensoreinheiten 32 ausfallen, sind vorzugsweise nicht dargestellte Positionsendschalter vorgesehen. Wird ein Positionsendschalter beim Bewegen des Kniescheibengreifers 1 von einer linearen Führungseinheit 29 bewegt, so wird dies von der Steuereinheit 27 als Erreichen der maximal zulässigen Auslenkung detektiert und der Kniescheibengreifer 1 wird von der Steuereinheit 27 aus Sicherheitsgründen zurück in die Nullposition bewegt.

[0042] Ferner sind Kraftsensoren 34 vorgesehen, die die auf den Kniescheibengreifer 1 ausgeübte Kraft messen und die gemessene Kraft an die Steuereinheit 27 übertragen. Auch in Abhängigkeit von der gemessenen Kraft regelt die Steuereinheit 27 den Kniescheibengreifer 1 über entsprechende Ansteuerung der ersten und der zweiten Antriebseinheit 25, 26. Die Kraftsensoren 34 sind vorzugsweise an dem Adapter 21 angebracht bzw. in diesen integriert und umfassen Dehnungsmessstreifen bzw. sind als solche ausgebildet. Die Kraftsensoren 34 können alternativ oder zusätzlich in den Kontaktfinger-einheiten 4.1, 4.2 angeordnet sein. Ferner werden vorzugsweise durch entsprechende den Motoren 28 zugeordnete Stromsensoren (nicht dargestellt) die Motorströme mittels der Steuereinheit 27 überwacht, um unangenehme Stösse des Kniescheibengreifers 1 an die Kniescheibe eines Patienten zu verhindern. Die Messung der Motorströme stellt eine zu der Kraftmessung redundante Messung dar, die dem Schutz des Patienten dient. Ferner ist im Gerät 20 vorzugsweise ein Temperatursensor (nicht dargestellt) integriert, um die Temperatur im Gerät aus Sicherheitsgründen zu messen, sodass eine Überhitzung festgestellt werden kann. Durch das Vorsehen von Sensoren für verschiedene Messgrössen ergibt sich ein redundantes Messsystem, welches die Sicherheit des Patienten garantiert und mehrere Überwachungsmöglichkeiten für den gesamten Heilungsprozess des Patienten bietet.

[0043] Mittels der Kraftsensoren 34, der linearen Sensoreinheiten 32, der nicht dargestellten Positionsendschalter, der nicht dargestellten Stromsensoren, des nicht dargestellten Temperatursensors und der Überwachung und Auswertung der von diesen rückgekoppelten, gemessenen Werte durch die Steuereinheit 27 kann die Sicherheit der Verwendung des Geräts 20 für den Patienten sichergestellt werden. Die tolerierbaren Grenzwerte für die gemessenen Werte bzw. Grössen, insbesondere für die gemessene Kraft und die gemessene Positionsänderung/Auslenkung, hängen vom jeweiligen Patienten ab und werden daher vorzugsweise vor der eigentlichen Rehabilitationstherapie im Rahmen einer Lernphase bestimmt und im Gerät 20 hinterlegt. Für den Fall, dass die gemessene Kraft den für sie hinterlegten Grenzwert überschreitet, leitet die Steuereinheit 27 eine Bewegungs-umkehr des Kniescheibengreifers 1 ein, so-

dass der Kniescheibengreifer 1 wieder in die Initialposition bewegt wird. Überschreitet der für einen Motorstrom mittels der nicht dargestellten Stromsensoren gemessene Wert den für ihn hinterlegten Grenzwert, so geht die Steuereinheit 27 in einen Sicherheitsmodus über, in welchem das Gerät 20 automatisch von der Steuereinheit 27 heruntergefahren wird und die linearen Führungseinheiten 29 durch eine von der Steuereinheit 27 verursachte Entkopplung der Motoren 28 von den mechanischen Teilen der Übertragungseinheiten 30 frei beweglich werden, sodass auch der Kniescheibengreifer 1 frei beweglich wird, wobei die jeweilige Kupplung der Übertragungseinheiten 30 vorzugsweise magnetisch ausgestaltet ist. Auch bei den weiteren gemessenen Werten wie der Positionsänderung/Auslenkung und der Temperatur führt ein Überschreiten der entsprechenden, vorab hinterlegten Grenzwerte aus Sicherheitsgründen vorzugsweise zu einem Setzen des Geräts 20 in den Sicherheitsmodus durch die Steuereinheit 27. Bei einem Überschreiten des Grenzwerts für die Positionsänderung/Auslenkung durch deren Messwert kann analog zu dem Überschreiten des Grenzwerts für die Kraft alternativ vorgesehen sein, dass die Steuereinheit 27 den Kniescheibengreifer 1 in die Initialposition bewegt. In dem Sicherheitsmodus werden durch die Steuereinheit 27 vorgegebene Drehzahlswerte für die Motoren 28 auf Null gesetzt, die Leistungselektronikeinheiten 31 deaktiviert und die - vorzugsweise magnetischen - Kupplungen zwischen den Motoren 28 und den mechanischen Teilen der Übertragungseinheiten 30 gelöst. Die Überwachung der Grenzwertüberschreitung kann sowohl durch die Steuereinheit 27 als auch durch eine - bevorzugt externe - Bedienoberfläche wie z.B. einen an das Gerät 20 angeschlossenen Laptop durchgeführt werden.

[0044] Figur 8 zeigt die Beinhaltevorrichtung 23 des Geräts 20, welche zwei Auflagen 35 aufweist, wobei eine Auflage 35 einen Oberschenkel und die andere Auflage 35 einen Unterschenkel eines Patienten aufnehmen kann. Die Beinhaltevorrichtung 23 ist sowohl für die Aufnahme eines linken als auch eines rechten Beins geeignet. Zum Halten eines Beins 38 werden Haltebänder 36 eingesetzt, die an den Auflagen 35 befestigt sind. Für die therapeutische Bewegung der Kniescheibe eines Patienten soll sich das Bein 38 entweder in ausgestrecktem oder leicht gebogenem Zustand befinden. Schon eine Biegung des Beins 38 von mehr als 20 Grad kann die Beweglichkeit der Kniescheibe behindern, da sich die Kniescheibe bei einem solchen Winkel üblicherweise schon in der Oberschenkelrinne befindet. Die Beinhaltevorrichtung 23 ist derart ausgestaltet bzw. derart mit dem Gehäuse 48 des Geräts 20 verbunden, dass sie geneigt werden kann, sodass der Patient eine bequeme Position einnehmen kann. Die Beinhaltevorrichtung 23 ist ferner derart an dem Gehäuse 48 angebracht, dass sie höhenverstellbar ist, um den Komfort für den Patienten zu erhöhen. Ferner ist die Beinhaltevorrichtung 23 derart ausgestaltet, dass die Winkelstellung der Auflagen 35 zueinander verändert werden kann, was zu einer Änderung

der Kniebeugung führt. Hierzu sind die Auflagen 35 über ein entsprechendes Gelenk 37 miteinander verbunden. Die Beugung des Knies kann durch den in Figur 8 angegebenen Winkel α definiert werden. Zusammen mit der oben beschriebenen Verstellbarkeit des Kniescheibengreifers 1 durch die vorzugsweise schwenkbare Einstellvorrichtung 24 ermöglicht die Verstellbarkeit der Beinhaltevorrichtung 23, dass das Gerät 20 in Bezug auf verschiedene Beinmorphologien und Kniepathologien einstellbar ist.

[0045] Das Gerät 20 wird vorzugsweise über eine externe Bedienoberfläche (nicht dargestellt) wie z.B. einen Laptop bedient. Über die externe Bedienoberfläche kann das Gerät 20 gesteuert und die von dem Gerät durchgeführte Rehabilitationstherapie am Knie eines Patienten kann angezeigt und überwacht werden. Hierzu kann beispielsweise das auf der externen Bedienoberfläche installierte Anwendungsprogramm Labview eingesetzt werden. In der externen Bedienoberfläche können verschiedene Therapiephasen zur Aktivierung hinterlegt sein. Zum Anschluss der externen Bedienoberfläche weist das Gerät 20 vorzugsweise eine entsprechende Schnittstelle (nicht dargestellt) wie eine serielle Schnittstelle, z.B. eine USB-Schnittstelle (USB: Universal Serial Bus), auf, sodass nur ein Kabel für die Verbindung der externen Bedienoberfläche mit dem Gerät 20 benötigt wird. Alternativ kann das Gerät auch mittels Funkübertragung z.B. nach dem Bluetooth-Protokoll mit einer externen Bedienoberfläche kommunizieren. Selbstverständlich kann die Bedienoberfläche auch im Gerät 20 integriert und auf der Aussenseite des Gehäuses 48 vorgesehen sein.

[0046] Die Anwendung des erfindungsgemässen Geräts 20 zur Bewegung einer Kniescheibe erfolgt vorzugsweise in zwei aufeinanderfolgenden Phasen. In der ersten Phase werden dem Gerät 20 die Auslenkungen/Verschiebungen bzw. Bewegungen der Kniescheibe beigebracht. Diese erste Phase stellt eine Lernphase dar, in der das Gerät für einen bestimmten Patienten eingestellt bzw. auf diesen kalibriert wird. In der zweiten Phase führt das Gerät 20 die gelernte bzw. eingestellte Bewegung der Kniescheibe dann aus.

[0047] Die erste Phase bzw. die Lernphase dient am Beginn einer Rehabilitationstherapie dazu, dass Gerät 20 an die spezifische Pathologie und Morphologie eines Patienten anzupassen. Für den jeweiligen Patienten muss diese Lernphase nach ihrer anfänglichen Durchführung nur wiederholt werden, wenn sich Parameter der Rehabilitationstherapie zwischen zwei Therapiesitzungen geändert haben. Die Lernphase kann manuell oder automatisch bzw. automatisiert von dem Gerät 20 durchgeführt werden.

[0048] Wird die Lernphase manuell von beispielsweise einem Physiotherapeuten durchgeführt, so bewegt der Physiotherapeut den Kniescheibengreifer 1, um die Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung nach oben und nach unten und in medial-lateraler Richtung von innen nach aussen und zurück zu bewegen. Über Rückmel-

dungen des jeweiligen Patienten entscheidet der Physiotherapeut, welche maximalen Bewegungen/Auslenkungen bzw. Verschiebungen der Kniescheibe beim Patienten noch keine Schmerzen hervorrufen. Die diesen maximalen Bewegungen/Auslenkungen bzw. Verschiebungen entsprechenden Kraft-/Auslenkungswerte hinterlegt bzw. speichert der Physiotherapeut in dem Gerät 20, insbesondere durch Drücken entsprechender Tasten an dem Kniescheibengreifer 1. Die Kraft-/Auslenkungswerte können auch über eine interne oder externe Bedienoberfläche in dem Gerät 20 hinterlegt werden. Die hinterlegten Kraft-/Auslenkungswerte werden dann in der sich anschliessenden zweiten Phase, der eigentlichen Therapiephase mit aufeinanderfolgenden Therapiesitzungen, vom Gerät 20 für die Bewegung der Kniescheibe des jeweiligen Patienten mittels des Kniescheibengreifers 1 verwendet.

[0049] Wird die Lernphase automatisch bzw. automatisiert durchgeführt, so bewegt das Gerät 20 den Kniescheibengreifer 1 - z.B. nach Betätigen einer am Gerät 20 vorgesehenen Aktivierungstaste für die Aktivierung der Lernphase - selbsttätig sachte und langsam, vorzugsweise in 2-Millimeter-Schritten, erst in kranial-kaudaler Richtung auf und dann ab und danach in medial-lateraler Richtung erst zu der einen und dann zu der anderen Seite, bis der Patient anfängt, Schmerzen zu empfinden, und dies dem Gerät 20 beispielsweise durch Loslassen oder erneutes Drücken der Aktivierungstaste oder durch Betätigen einer entsprechenden weiteren Aktivierungstaste signalisiert, sodass die Lernbewegung in der Lernphase unterbrochen und der Kniescheibengreifer 1 von der Steuereinheit 27 in seine Initialposition zurückbewegt wird. Selbstverständlich kann die Kniescheibe auch erst in medial-lateraler Richtung und danach in kranial-kaudaler Richtung bewegt werden. Bei einem Wechsel von der kranial-kaudalen Richtung in die medial-laterale Richtung oder vice versa wird der Kniescheibengreifer 1 vorzugsweise zuerst in seine Initialposition zurückbewegt. Alternativ oder zusätzlich zu der Aktivierungstaste kann das Gerät 20 auch derart ausgestaltet sein, dass es akustische Signale des Patienten verarbeitet und z.B. bei dem laut geäusserten Wort "Stopp" die Lernphase unterbricht.

[0050] Die beim Unterbruch der Lernphase aktuellen Kraft-/Verschiebungswerte bzw. Auslenkwerte werden im Gerät 20 über die Kraftsensoren 34 und/oder die linearen Sensoreinheiten 32 gespeichert. Sie können jederzeit und mehrmals wieder hochgeladen werden und werden in der späteren zweiten Phase während der Therapiesitzungen als Werte für die Bewegung der Kniescheibe vom Gerät 20 verwendet, sodass die Lernphase nicht bei jeder Therapiesitzung durchgeführt werden muss, was zu einer Zeitersparnis führt. Das automatische Durchführen der Lernphase bietet sich insbesondere für Eigentherapien des Patienten an, die er in seinem Zuhause durchführt. Während des Ablaufs der ersten Phase kann er ohne Weiteres eine entspannte und komfortable Position einnehmen.

[0051] Während der zweiten Phase, der eigentlichen Therapiephase, steuert die Steuereinheit 27 das Gerät 20 derart, dass der Kniescheibengreifer 1 eine gleichmässige, rhythmische Bewegung ausführt, um die Kniescheibe zu verschieben. Die Amplitude der Auslenkung/Verschiebung der Kniescheibe wird allmählich erhöht, bis zu den für die Auslenkungen und/oder die Kräfte in der jeweiligen Richtung (kranial-kaudal bzw. medial-lateral) gespeicherten Werten, sodass eine schmerzfreie Behandlung sichergestellt werden kann.

[0052] Über die vorzugsweise externe Bedienoberfläche kann der Physiotherapeut beispielsweise mittels des Anwendungsprogramms Labview Parameter der Rehabilitationstherapie setzen wie z.B. die Dauer jeder Therapiesitzung/-behandlung in Minuten und die Zyklusrate, d.h. die Anzahl von Auf- und Abbewegungen in kranial-kaudaler Richtung pro Minute und die Anzahl der Hin- und Herbewegungen in medial-lateraler Richtung pro Minute.

[0053] Für einen Wechsel von der kranial-kaudalen zur medial-lateralen Richtung wird der Kniescheibengreifer 1 von der Steuereinheit 27 vorzugsweise in die Mittelposition (Initialposition) zurückgeführt, die auch die Initialposition oder Nullposition des Kniescheibengreifers 1 darstellt. Da die zweite Phase voll automatisch abläuft, ist sie komplett wiederholbar und nachvollziehbar, auch vom Patienten selbst. Die aufgebrachten Kräfte/Verschiebungen bzw. Auslenkungen werden vorzugsweise von dem Gerät 20 und/oder der externen Bedienoberfläche durch die Kraftsensoren 34 und/oder die linearen Sensoreinheiten 32 aufgezeichnet, sodass nicht nur das Ergebnis jeder Therapiesitzung insbesondere graphisch auf der Bedienoberfläche und/oder dem Gerät 20 dargestellt und ausgewertet werden kann, sondern auch Therapieergebnisse von mehreren Therapiesitzungen über einen längeren Zeitraum miteinander verglichen werden können. Auf diese Weise können Heilungsfortschritte aufgezeichnet und überwacht werden. Ein solcher Vergleich von Therapieergebnissen ist besonders wichtig für den Kniechirurgen oder den Physiotherapeuten, wenn der Patient Eigentherapien durchführt und in regelmäßigen Abständen zu Kontrolluntersuchungen in die Klinik kommt. Ferner stellt die graphische Darstellung der Therapieergebnisse und der Heilungsfortschritte eine zusätzliche Motivation für den Patienten dar, die Rehabilitationstherapie in Eigenregie auch bei sich zuhause durchzuführen, was wiederum zu einer Beschleunigung des Heilungsprozesses führt. Die dem Patienten bewusste Aufzeichnung der Therapieergebnisse dient ferner dazu, die Selbstdisziplin des Patienten für die Durchführung der Rehabilitationstherapie in Eigenregie zu steigern.

[0054] In Figur 9 sind die Lernphase und die zweite Phase (die eigentliche Therapiephase) getrennt für die kranial-kaudale Richtung und für die medial-laterale Richtung dargestellt. In einem ersten Schritt 40 wird vom Gerät 20 oder von einem Benutzer, z.B. einem Physiotherapeuten, des Geräts 20 geprüft, ob die Werte für die

Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung gesetzt sind. Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt 41 die erste Phase, d.h. die Lernphase, für die medial-laterale Richtung entweder manuell oder automatisch durchgeführt. Nach Abschluss der Lernphase beginnt in Schritt 42 die zweite Phase für die medial-laterale Richtung, in der die in der Lernphase gespeicherten Kraft-/Auslenkungswerte zur Steuerung des Kniescheibengreifers 1 und somit zur Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung von der Steuereinheit 27 herangezogen werden. Die Verschiebung/Auslenkung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung erfolgt gemäss einer vorbestimmten Zyklusrate. In Schritt 43 wird überprüft, ob die Zyklusrate erreicht ist. Ist dies der Fall, so wird in Schritt 44 entweder automatisch oder von dem Benutzer überprüft, ob die Werte für die Bewegung der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung gesetzt sind. Ist dies nicht der Fall, so läuft in Schritt 45 entweder manuell oder automatisch die Lernphase für die kranial-kaudale Richtung ab. Nach Abschluss der Lernphase wird in Schritt 46 die zweite Phase entsprechend Schritt 42 für die kranial-kaudale Richtung durchgeführt. In Schritt 47 wird die Anzahl der Verschiebungen/Auslenkungen der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung überwacht (entsprechend Schritt 43) und bei Erreichen der vorbestimmten Zyklusrate wird die Therapiesitzung beendet.

[0055] Selbstverständlich können auch zuerst die Schritte 44, 45, 46, 47 für die kranial-kaudale Richtung und dann die Schritte 40, 41, 42, 43 für die medial-laterale Richtung durchgeführt werden. Ferner kann auch erst geprüft werden, ob die Werte für die Bewegungen in medial-lateraler Richtung und in kranial-kaudaler Richtung gesetzt sind (Schritte 40 und 44), und je nach Ergebnis der Prüfung können die Lernphasen für beide Richtungen durchgeführt werden (Schritte 41 und 45) und erst nach Abschluss beider Lernphasen können die zweiten, eigentlichen Therapiephasen für beide Richtungen durchgeführt werden (Schritte 42, 43 und 46, 47). Bei einem Wechsel von der kranial-kaudalen zur medial-lateralen Richtung oder vice versa wird der Kniescheibengreifer 1 von der Steuereinheit 27 vorzugsweise zuerst in die Mittelposition (Initialposition) zurückgeführt.

[0056] Figur 10 zeigt einen beispielhaften Verlauf der von dem Gerät 20 zur Bewegung/Auslenkung der Kniescheibe aufgewandten Kraft in kranial-kaudaler Richtung während einer Therapiesitzung über der Zeit. Während einer Einschwingphase von 12 Sekunden steigen die Kraftwerte allmählich an. Bei Überschreiten eines im Gerät 20 hinterlegten Grenzwerts für die Kraft bei etwa 1.8 Minuten, reduziert die Steuereinheit 27 die Amplitude der Kraft und somit der Auslenkung automatisch. Die Kraft variiert entsprechend der Auslenkung und der Richtung der Auslenkung (d.h. in kranial-kaudaler Richtung nach oben zum Kopf des Patienten zu bzw. nach unten auf die Füße des Patienten zu). Je grösser die Auslenkung der Kniescheibe ist, umso grösser ist auch die aufgewandte Kraft.

[0057] Figur 10 zeigt beispielhafte Verläufe der ge-

messenen Kraftwerte (gestrichelte Kurve) und Auslenkungswerte (durchgezogene Kurve) während einer Lernphase in der kranial-kaudalen Richtung, innerhalb derer vorab die maximal zulässige Kraft (der Grenzwert für die Kraft) als 20 Newton bestimmt und im Gerät 20 hinterlegt worden war. Zuerst wird die Auslenkung der Kniescheibe mittels des Kniescheibengreifers 1 des Geräts 20 gleichmässig und stetig in Richtung zum Kopf des Patienten auf 8 Millimeter (-8 Millimeter ausgehend von der Initialposition bzw. Nullposition des Kniescheibengreifers 1) und anschliessend in Richtung zum dem Kopf entgegengesetzten Körperende auf 8 Millimeter erhöht. Die hierbei gemessenen Kraftwerte oszillieren zwischen etwa -15 Newton (in Richtung zum dem Kopf entgegengesetzten Körperende) und etwa 10 Newton (in Richtung zum Kopf). Nach etwa 1.8 Minuten der Lernphase wird über die Bedienoberfläche und die Steuereinheit 27 eine externe Kraft mittels des Kniescheibengreifers 1 auf die Kniescheibe aufgebracht, die den vorab bestimmten Grenzwert von 20 Newton überschreitet, um zu überprüfen, ob die Überwachung der Kraftwerte auf Grenzwertüberschreitung funktioniert. Wie aus Figur 10 ersichtlich werden die Auslenkung und die Kraft automatisch und unmittelbar von dem Gerät 20 mit Hilfe der Steuereinheit 27 reduziert, wenn die applizierte Kraft den hinterlegten Grenzwert überschreitet. Beim Überschreiten des Kraftgrenzwerts durch die gemessenen Kraftwerte wird der Kniescheibengreifer 1 automatisch und unmittelbar von der Steuereinheit 27 zurück in seine Initialposition bewegt. Nach der hierdurch erfolgenden automatischen Reduzierung der Auslenkung und der Kraft wird vom Gerät 20 eine neue Lernphase gestartet, in der die aufgewandte Kraft wieder allmählich erhöht wird. Die Messung der aufgewandten Kraft mittels der Kraftsensoren 34 und die Rückkopplung der gemessenen Kraftwerte an die Steuereinheit 27 stellen eine schmerzfreie Behandlung des Patienten sicher. Bei einem Überschreiten des Stromgrenzwerts für einen der Motorströme werden die Antriebseinheiten 25, 26 automatisch und unmittelbar von der Steuereinheit 27 deaktiviert, die Drehzahlswerte für die Motoren 28 auf Null gesetzt und die linearen Führungseinheiten 29 in den Freilauf versetzt.

[0058] In den Figuren 12 und 13 ist ein zweites Ausführungsbeispiel 51 eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers dargestellt, mit welchem eine Kniescheibe bewegt werden kann. Der Kniescheibengreifer 51 umfasst ein Halteelement 53, auf dessen Unterseite eine Kontaktfingereinrichtung 54 angeordnet ist. Die Kontaktfingereinrichtung 54 umfasst zwei auf gegenüberliegenden Seiten auf der Unterseite des Halteelements 53 angeordnete Kontaktfingereinheiten 54.1, die wenigstens jeweils einen, vorzugsweise jeweils zwei, Kontaktfinger 55 umfassen. Zu den Kontaktfingern 55 bzw. eventuell vorgesehenen Schutzhauben für diese gilt das zum ersten Ausführungsbeispiel 1 des erfindungsgemässen Kniescheibengreifers oben Vorgetragene.

[0059] Die Kontaktfingereinrichtung 54 und somit die

Kontaktfingereinheiten 54.1 sind drehbar an dem Haltelement 53 angeordnet, sodass die Kontaktfingereinheiten 54.1 von einer Lage in Längsrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Querachse des Haltelements 53 (zur Bewegung der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung bzw. in Längsrichtung) in eine Lage in Querrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse des Haltelements 53 (zur Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung bzw. in Querrichtung) bewegt werden können und vice versa. Hierzu ist die Kontaktfingereinrichtung 54 bevorzugt um wenigstens 90 Grad drehbar. Zur Drehung der Kontaktfingereinrichtung 54 weist das Haltelement 53 vorzugsweise wenigstens eine, vorzugsweise zwei kreisbogenförmige Öffnungen 56 auf. Auf der Oberseite des Haltelements 53 ist eine entsprechende Anzahl Griffe 52 zum Drehen der Kontaktfingereinrichtung 54 vorgesehen ist, wobei die einen oder mehreren Griffe 52 mit der Kontaktfingereinrichtung 54 verbunden sind und vorzugsweise ein Griff 52 über eine Öffnung 56 mit der Kontaktfingereinrichtung 54 verbunden ist.

[0060] Jeder Kontaktfingereinheit 54.1 ist ein fluidischer Aktuator 59 zugeordnet, wobei der Begriff fluidisch sowohl "pneumatisch" als auch "hydraulisch" umfassen soll. Vorzugsweise handelt es sich um pneumatische Aktuatoren. Bei jedem fluidischen Aktuator 59 kann es sich beispielsweise um ein mit einem Fluid befüllbaren Kissen handeln, wobei jedes Kissen mehrere (vorzugsweise drei) nacheinander, d.h. sequentiell, angeordnete befüllbare Kammern 59.1 umfassen kann. Die fluidischen Aktuatoren 59 sind vorzugsweise zwischen der jeweiligen Kontaktfingereinheit 54.1 und dem Rand des Haltelements 53 angeordnet und wirken auf die jeweilige Kontaktfingereinheit 54.1. Jede Kontaktfingereinheit 54.1 ist also auf einem fluidischen Aktuator 59 aufgebracht.

[0061] Die fluidischen Aktuatoren 59 werden vorzugsweise über eine fluidische Pumpe 58 angetrieben bzw. mit Fluid befüllt, wobei die fluidische Pumpe 58 Teil eines zweiten Ausführungsbeispiels 60 eines erfindungsgemässen Geräts zum Bewegen einer Kniescheibe ist. Das erfindungsgemässe Gerät 60 ist als Blockschaltbild in Figur 14 dargestellt.

[0062] Figur 12 zeigt zusätzlich zu dem Kniescheibengreifer 51 die Beinhaltevorrichtung 63 des erfindungsgemässen Geräts 60, wobei der Kniescheibengreifer 51 auf einer Beinschiene 64 der Beinhaltevorrichtung 63 montiert ist, welche Beinschiene 64 auf die Oberseite eines Beins aufbringbar ist. Die Beinschiene 64 weist vorzugsweise eine Öffnung für das Knie auf, oberhalb derer der Kniescheibengreifer 51 angeordnet ist, und Aufnahmen 65 und 66 für den Oberschenkel und für den Unterschenkel, an denen Oberschenkel und Unterschenkel anliegen können. Bevorzugterweise kann der Winkel zwischen den Aufnahmen 65 und 66 verändert/eingestellt werden, was zu einer Änderung der Kniebeugung führt. Über die Einstellung des Winkels zwischen den Aufnahmen 65 und 66 kann das Bein des Patienten für die therapeutische Bewegung der Kniescheibe angewinkelt oder auch

wieder gestreckt werden. Zur Befestigung der Aufnahmen 65 und 66 und des Kniescheibengreifers 51 am Bein 49 eines Patienten sind Haltebänder 67 vorgesehen, die Teil der Beinhaltevorrichtung 63 bilden. Figur 12 zeigt den Kniescheibengreifer 51 zur besseren Darstellung beabstandet vom Bein 49 des Patienten.

[0063] Der Kniescheibengreifer 51 weist vorzugsweise eine Einstellvorrichtung 57 auf, mittels welcher die Höhe des Kniescheibengreifers 51 in Relation zum Knie eingestellt werden kann. Die Einstellvorrichtung 57 - und somit der mit ihr fest verbundene Kniescheibengreifer 51 - ist vorzugsweise um die Querachse schwenkbar, sodass die Stellung/Lage des Kniescheibengreifers 51 auf der Kniescheibe des Patienten optimiert werden kann. Der Kniescheibengreifer 51 und das Gerät 60 sind für sowohl für rechte als auch für linke Kniescheiben bzw. Beine einsetzbar. Für den Transport des Geräts 60 werden die Aufnahmen 65, 66 der Beinhaltevorrichtung 63 vorzugsweise unterhalb des Kniescheibengreifers 51 zusammengeklappt bzw. heruntergeklappt.

[0064] Durch die Drehung der Kontaktfingereinrichtung 54 kann die Kniescheibe mittels der Kontaktfingereinheiten 54.1 sowohl in kranial-kaudaler Richtung als auch in medial-lateraler Richtung mobilisiert werden. Für die Mobilisierung der Kniescheibe in einer der genannten Richtungen werden die Kontaktfingereinheiten 54.1 mittels der fluidischen Aktuatoren 59 entsprechend bewegt, wofür die fluidischen Aktuatoren 59 von einer fluidischen Pumpe 58 angesteuert werden, wobei je nach Bewegungsrichtung (hin oder her) einer der fluidischen Aktuatoren 59 mit Fluid gefüllt wird. Durch Einleitung von Fluid in einen der fluidischen Aktuatoren 59 wird dieser gefüllt und dabei ausgedehnt und bewegt hierdurch die ihm zugeordnete Kontaktfingereinheit 54.1 in die Richtung seiner Ausdehnung, wodurch wiederum die Kniescheibe durch die Krafteinwirkung von der Kontaktfingereinheit 54.1 in die entsprechende Richtung bewegt wird.

[0065] Wie bereits beschrieben kann die Kontaktfingereinrichtung 54 des Kniescheibengreifers 51 so gedreht werden, dass die Kontaktfingereinheiten 54.1 über die fluidischen Aktuatoren 59 erstens in kranial-kaudaler bzw. kaudal-kranialer Richtung (also in Längsrichtung hin und her) und zweitens in medial-lateraler Richtung (also in Querrichtung) hin- und her bewegbar sind, sodass die Kniescheibe in entsprechender Richtung mobilisiert werden kann. Die einen oder mehreren Kontaktfinger 55 der Kontaktfingereinheiten 54.1 leiten die über die fluidischen Aktuatoren 59 eingeleitete Kraft gezielt auf die Kniescheibe weiter.

[0066] Figur 14 zeigt ein Blockschaltbild des erfindungsgemässen Geräts 60 zur Bewegung einer Kniescheibe. Das Gerät 60 umfasst eine Steuereinheit 67 zur Steuerung bzw. Regelung der von der fluidischen Pumpe 58 und den fluidischen Aktuatoren 59 gebildeten Antriebseinheit 68 für die Kontaktfingereinheiten 54.1, wobei die Steuereinheit 67 und die fluidische Pumpe 58 zum Schutz vorzugsweise in einem separaten, nicht dargestellten Gehäuse untergebracht sind. Die fluidische Pumpe

pe 58 ist über Ventile 69 mit den fluidischen Aktuatoren 59 verbunden, die ebenfalls Teil der Antriebseinheit 68 bilden. Die Ventile 69 und die fluidische Pumpe 58 werden über Leistungselektronikeinheit(en) 70 von der Steuereinheit 67 angesteuert bzw. geregelt.

[0067] Die Steuereinheit 67 steuert/regelt die Bewegung der Kniescheibe über die Steuerung der fluidischen Pumpe 58, welche dann abhängig von der gewünschten Bewegungsrichtung Fluid in einen der fluidischen Aktuatoren 59 fördert, wobei mittels vorheriger Drehung der Kontaktfingereinrichtung 54 um 90 Grad die Bewegung der Kniescheibe in Längsrichtung oder in Querrichtung erfolgen kann. Durch das Versorgen eines fluidischen Aktuators 59 mit Fluid übt dieser Druck auf die ihm zugeordnete Kontaktfingereinheit 54.1 aus und bewegt diese (und damit die Kniescheibe) in die gewünschte Richtung.

[0068] Es sind vorzugsweise Drucksensoreinheiten 71 vorgesehen, welche insbesondere den von den fluidischen Aktuatoren 59 ausgeübten Druck messen und den gemessenen Druckwert an einen Druckregler 72 übertragen, der den gemessenen Druckwert mit einem hinterlegten Soll-Druckwert vergleicht und insbesondere über ein entsprechendes Signal an die Steuereinheit 67 auf den Soll-Druckwert einregelt. Ferner können die in Zusammenhang mit dem Kniescheibengreifer 1 und dem Gerät 20 beschriebenen Sensoren bzw. Sensoreinheiten oder zumindest einige davon vorgesehen sein. Die Energieversorgung des Geräts 60 kann wie für das Gerät 20 weiter oben beschrieben erfolgen. Entsprechendes gilt für die Bedienung bzw. eine externe Bedienoberfläche des Geräts 20. Ferner sind vorzugsweise lineare Sensoreinheiten/Linearsensoreinheiten 73 vorgesehen, die die Auslenkung der Kontaktfingereinheiten 54.1 messen und die gemessenen Werte an die Steuereinheit 67 übermitteln. Mittels der Drucksensoreinheiten 71 und der vorzugsweise zusätzlich vorgesehenen Linearsensoreinheiten 73 und der Überwachung und Auswertung der von diesen rückgekoppelten, gemessenen Werte durch die Steuereinheit 67 kann die Sicherheit der Verwendung des Geräts 60 für den Patienten sichergestellt werden.

[0069] Selbstverständlich kann auch bei dem ersten Ausführungsbeispiel 1 eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers und bei dem ersten Ausführungsbeispiel 20 eines erfindungsgemässen Geräts zum Bewegen einer Kniescheibe, wie sie in den Figuren 1 bis 8 dargestellt sind, eine Bewegung des Kniescheibengreifers 1 mittels fluidischer Pumpe und fluidischer Aktuatoren vorgesehen sein, wie in Bezug auf das zweite Ausführungsbeispiel 51 eines erfindungsgemässen Kniescheibengreifers und das zweite Ausführungsbeispiel 60 eines Geräts zum Bewegen einer Kniescheibe gemäss Figuren 12 bis 14 vorgesehen. Entsprechend können auch bei dem Kniescheibengreifer 51 und dem Gerät 60 eine oder mehrere Antriebseinheiten für die Kontaktfingereinheiten 54.1 vorgesehen sein, die jeweils einen Motor, insbesondere einen Elektromotor, und eine lineare Führungseinheit umfassen. Auch kann das Gerät 20 eine

Beinhaltevorrichtung, wie sie in Figur 12 dargestellt ist, aufweisen. Entsprechend kann das Gerät 60 eine Beinhaltevorrichtung, wie sie in Figur 8 dargestellt ist, aufweisen.

5 [0070] Bei dem in Bezug auf das in Figur 7 dargestellte Flussdiagramm beschriebene Verfahren, erfolgt bei dem Kniescheibengreifer 51 und dem Gerät 60 zwischen einem Wechsel der Bewegungsrichtung für die Kniescheibe von Längsrichtung zu Querrichtung oder vice versa 10 eine Drehung der Kontaktfingereinrichtung 54 um 90 Grad. Ferner sind nur eine Antriebseinheit 68 und nur eine Kontaktfingereinheit 54.1 vorhanden, die vorteilhafterweise sowohl für die Mobilisierung der Kniescheibe in Längsrichtung als auch (durch die Drehung) für die Mobilisierung der Kniescheibe in Querrichtung eingesetzt werden können.

15 [0071] Während in der vorliegenden Anmeldung bevorzugte Ausgestaltungen bzw. Ausführungen der Erfindung beschrieben sind, ist klar darauf hinzuweisen, dass 20 die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist und auch in anderer Weise innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche ausgeführt werden kann.

25 Patentansprüche

1. Kniescheibengreifer für eine Kniescheibe **gekennzeichnet durch** ein Halteelement (3; 53) und eine Kontaktfingereinrichtung (4; 54), wobei die Kontaktfingereinrichtung (4; 54) auf der Unterseite des Halteelements (3; 53) angeordnet ist, wobei die Kontaktfingereinrichtung (4; 54) wenigstens zwei Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) umfasst, die auf gegenüberliegenden Seiten des Halteelements (3; 53) angeordnet sind und wobei die Kontaktfingereinrichtung (4; 54) derart ausgestaltet ist, dass die Kniescheibe mittels der Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) in kranial-kaudaler und in medial-lateraler Richtung linear bewegbar ist.
2. Kniescheibengreifer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) einen oder mehrere Kontaktfinger (10; 55) aufweisen, wobei die Enden der Kontaktfinger (10; 55), die weiter von dem Halteelement (3; 53) entfernt sind, vorzugsweise kugelförmig ausgestaltet sind oder wobei die Kontaktfinger (10; 55) der Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) an den vom Halteelement (3; 53) entfernten Enden mit Schutzhauben versehen sind, welche Schutzhauben vorzugsweise Silikon als Material umfassen.
3. Kniescheibengreifer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Kontaktfingereinrichtung (4) zwei in Längsrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Querachse (9) des Halteelements (3) angeord-

- nete Kontaktfingereinheiten (4.1) umfasst, welche in Längsrichtung relativ zum Halteelement (3) verstellbar sind und der Bewegung der Kniescheibe in kranial-kaudaler Richtung dienen, und dass
- die Kontaktfingereinrichtung (4) zwei in Querrichtung auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse (8) des Halteelements (3) angeordnete Kontaktfingereinheiten (4.2) umfasst, welche in Querrichtung relativ zum Halteelement (3) verstellbar sind und der Bewegung der Kniescheibe in medial-lateraler Richtung dienen.
4. Kniescheibengreifer nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Längsrichtung angeordneten Kontaktfingereinheiten (4.1) jeweils zwei Kontaktfinger (10) aufweisen, die auf gegenüberliegenden Seiten der Längsachse (8) des Halteelements (3) angeordnet sind.
 5. Kniescheibengreifer nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Querrichtung angeordneten Kontaktfingereinheiten (4.2) jeweils einen Kontaktfinger (10) aufweisen, der insbesondere auf der Querachse (9) des Halteelements angeordnet ist.
 6. Kniescheibengreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfingereinrichtung (54) drehbar an dem Halteelement (53) angeordnet ist, sodass die Kontaktfingereinrichtung (54) um eine Achse, die senkrecht zu der Längsachse des Halteelements (53) und senkrecht zu der Querachse des Halteelements (53) ist, drehbar ist, wobei die Kontaktfingereinrichtung (54) zwei Kontaktfingereinheiten (54.1) umfasst, die auf gegenüberliegenden Seiten des Halteelements (53) angeordnet sind, wobei jede Kontaktfingereinheit (54.1) vorzugsweise zwei Kontaktfinger (55) aufweist.
 7. Kniescheibengreifer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kontaktfingereinheit (54.1) ein fluidischer Aktuator (59) zugeordnet ist.
 8. Kniescheibengreifer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2) in der Höhe verstellbar an dem Halteelement (3) angeordnet sind und/oder, dass ein Griff (2; 52) zum Führen des Kniescheibengreifers (1) und/oder zum Drehen der Kontaktfingereinrichtung (54) vorgesehen ist, welcher Griff (2; 52) auf der Oberseite des Halteelements (3; 53) angeordnet ist, wobei der Griff (2) vorzugsweise mittig auf der Oberseite des Halteelements (3) angeordnet ist.
 9. Kniescheibengreifer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er derart ausgestaltet ist, dass er an einen Adapter (21) angeschlossen werden kann.
 10. Gerät zum Bewegen einer Kniescheibe mit einem Kniescheibengreifer (1; 51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer Beinhaltevorrichtung (23; 63), **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Antriebseinheiten (25, 26; 68) für die Bewegung der Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) und eine Steuereinheit (27; 67) zur Steuerung der einen oder mehreren Antriebseinheiten (25, 26; 68) vorgesehen sind.
 11. Gerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einen oder mehreren Antriebseinheiten (25, 26) jeweils einen Motor (28) und eine lineare Führungseinheit (29) aufweisen, wobei vorzugsweise eine erste Antriebseinheit (25) für die Bewegung in kranial-kaudaler Richtung und eine zweite Antriebseinheit (26) für die Bewegung in medial-lateraler Richtung vorgesehen ist.
 12. Gerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einen oder mehreren Antriebseinheiten (68) eine fluidische Pumpe (58) und einen fluidischen Aktuator (59) und insbesondere ein oder mehrere Ventile (69) umfassen.
 13. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** lineare Sensoreinheiten (32; 73) zur Messung der Auslenkung des Kniescheibengreifers (1) bzw. der Kontaktfingereinheiten (54.1) und/oder dass Kraftsensoren (34) und/oder Drucksensoreinheiten (71) zur Messung der durch den Kniescheibengreifer (1) bzw. den Kontaktfingereinheiten (4.1, 4.2; 54.1) ausgeübten Kraft vorgesehen sind.
 14. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beinhaltevorrichtung (23; 63) höhenverstellbar und/oder in ihrer Neigung verstellbar und/oder für verschiedene Kniebeugungen einstellbar ist, wobei vorzugsweise eine Einstellvorrichtung (24; 57) für den Kniescheibengreifer (1; 51) vorgesehen ist, mittels der die Höhe des Kniescheibengreifers (1; 51) verstellt werden kann, wobei die Einstellvorrichtung (24; 57) vorzugsweise schwenkbar ist.
 15. Gerät nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Aktivierungstaste vorgesehen ist, mittels welcher das Gerät (20; 60) in eine Lernphase versetzt werden kann, in welcher das Gerät für einen bestimmten Patienten eingestellt bzw. auf diesen kalibriert wird.

Claims

1. A patella gripper for a patella, **characterised by** a retaining element (3; 53) and a contact finger apparatus (4; 54), wherein the contact finger apparatus (4; 54) is arranged on the lower face of the retaining element (3; 53), wherein the contact finger apparatus (4; 54) comprises at least two contact finger units (4.1, 4.2; 54.1), which are arranged on opposite sides of the retaining element (3; 53), and wherein the contact finger apparatus (4; 54) is designed in such a manner that the patella can be moved linearly in the cranial-caudal direction and in the medial-lateral direction by means of the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1).

the ends of the contact fingers (10; 55), which ends are further away from the retaining element (3; 53), are preferably spherical in shape, or wherein the contact fingers (10; 55) of the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1) at the ends located away from the retaining element (3; 53) comprise protective hoods, which protective hoods preferably comprise silicon as a material.
2. The patella gripper according to claim 1, **characterised in that** the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1) comprise one or several contact fingers (10; 55), wherein

the ends of the contact fingers (10; 55), which ends are further away from the retaining element (3; 53), are preferably spherical in shape, or wherein the contact fingers (10; 55) of the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1) at the ends located away from the retaining element (3; 53) comprise protective hoods, which protective hoods preferably comprise silicon as a material.
3. The patella gripper according to any one of the preceding claims, **characterised in that**
 - the contact finger apparatus (4) comprises two contact finger units (4.1) arranged in the longitudinal direction on opposite sides of the transverse axis (9) of the retaining element (3), which contact finger units (4.1) are adjustable in the longitudinal direction relative to the retaining element (3) and are used for moving the patella in the cranial-caudal direction, and **in that**
 - the contact finger apparatus (4) comprises two contact finger units (4.2), arranged in the transverse direction on opposite sides of the longitudinal axis (8) of the retaining element (3), which contact finger units (4.2) are adjustable in the transverse direction relative to the retaining element (3) and are used for moving the patella in the medial-lateral direction.
4. The patella gripper according to claim 3, **characterised in that** the contact finger units (4.1) arranged in the longitudinal direction in each case comprise two contact fingers (10) that are arranged on opposite sides of the longitudinal axis (8) of the retaining element (3).
5. The patella gripper according to claim 3 or 4, **characterised in that** the contact finger units (4.2) arranged in the transverse direction in each case comprise a contact finger (10) that in particular is arranged on the transverse axis (9) of the retaining element.
6. The patella gripper according to any one of claims 1 to 2, **characterised in that** the contact finger apparatus (54) is rotatably arranged on the retaining element (53) so that the contact finger apparatus (54) can be rotated on an axis that is aligned perpendicularly to the longitudinal axis of the retaining element (53) and perpendicularly to the transverse axis of the retaining element (53), wherein the contact finger apparatus (54) comprises two contact finger units (54.1) that are arranged on opposite sides of the retaining element (53), wherein each contact finger unit (54.1) preferably comprises two contact fingers (55).
7. The patella gripper according to any one of the preceding claims, **characterised in that** each contact finger unit (54.1) is associated with a fluidic actuator (59).
8. The patella gripper according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the contact finger units (4.1, 4.2) are arranged on the retaining element (3) so as to be height-adjustable, and/or **in that** a handle (2; 52) for guiding the patella gripper (1) and/or for rotating the contact finger apparatus (54) is provided, which handle (2; 52) is arranged on the upper face of the retaining element (3; 53), wherein the handle (2) is preferably arranged in the centre on the upper face of the retaining element (3).
9. The patella gripper according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it is designed in such a manner that it can be connected to an adapter (21).
10. A device for moving a patella with a patella gripper (1; 51) according to any one of the preceding claims and with a leg holding device (23; 63), **characterised in that** one or several drive units (25, 26; 68) for moving the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1), and a control unit (27; 67) for controlling the one or several drive units (25, 26; 68) are provided.
11. The device according to claim 10, **characterised in that** the one or several drive units (25, 26) in each case comprise a motor (28) and a linear guide unit (29), wherein preferably a first drive unit (25) for the movement in the cranial-caudal direction and a sec-

ond drive unit (26) for the movement in the medial-lateral direction are provided.

12. The device according to claim 10, **characterised in that** the one or several drive units (68) comprise a fluidic pump (58) and a fluidic actuator (59) and in particular one or several valves (69). 5
13. The device according to any one of claims 10 to 12, **characterised in that** linear sensor units (32; 73) for measuring the deflection of the patella gripper (1) or of the contact finger units (54.1) are provided, and/or that force sensors (34) and/or pressure sensor units (71) for measuring the force applied by the patella gripper (1) or by the contact finger units (4.1, 4.2; 54.1) are provided. 10 15
14. The device according to any one of claims 10 to 13, **characterised in that** the leg holding device (23; 63) is height-adjustable and/or adjustable in terms of its inclination and/or adjustable for various instances of knee flexion, 20
wherein an adjustment device (24; 57) for the patella gripper (1; 51) is preferably provided, by means of which the height of the patella gripper (1; 51) can be adjusted, 25
wherein the adjustment device (24; 57) is preferably pivotable. 30
15. The device according to any one of claims 10 to 14, **characterised in that** an activation button is provided by means of which the device (20; 60) can be made to assume a teach-in phase, in which the device is adjusted in relation to a particular patient or is calibrated in relation to said patient. 35

Revendications

1. Grappin pour rotule, **caractérisée par** un élément de maintien (3 ; 53) et un dispositif de doigt de contact (4 ; 54), le dispositif de doigt de contact (4 ; 54) étant disposé sur la face inférieure de l'élément de maintien (3 ; 53), le dispositif de doigt de contact (4 ; 54) comprenant au moins deux unités à doigt de contact (4.1, 4.2 ; 54.1), qui sont disposés sur des côtés opposés de l'élément de maintien (3 ; 53) et dans lequel le dispositif de doigt de contact (4 ; 54) est configuré de telle sorte que la rotule est mobile linéairement au moyen des unités à doigt de contact (4.1, 4.2 ; 54.1) dans la direction crânio-caudal et dans la direction médio-latérale. 40 45 50
2. Grappin pour rotule selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les unités à doigts de contact (4.1, 4.2 ; 54.1) présentent un ou plusieurs doigts de contact (10 ; 55), les extrémités des doigts de contact 55

(10 ; 55), qui sont plus éloignées de l'élément de maintien (3 ; 53), étant de préférence de configuration sphérique ou les doigts de contact (10 ; 55) des unités à doigts de contact (4.1, 4.2 ; 54.1) sont munis de capuchons de protection aux extrémités éloignées de l'élément de retenue (3 ; 53), lesquels capuchons de protection sont de préférence en silicone comme matériau.

3. Grappin pour rotule selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**

- le dispositif de doigt de contact (4) comprend deux unités à doigt de contact (4.1) disposées dans la direction longitudinale sur des côtés opposés de l'axe transversal (9) de l'élément de maintien (3), lesquelles unités à doigt de contact (4.1) sont réglables dans la direction longitudinale par rapport à l'élément de maintien (3) et servent à déplacer la rotule dans la direction crânio-caudale, et **en ce que**

- le dispositif de doigt de contact (4) comprend deux unités à doigt de contact (4.2) disposées dans la direction transversale sur des côtés opposés de l'axe longitudinal (8) de l'élément de maintien (3), lesquelles unités de doigt de contact sont réglables dans la direction transversale par rapport à l'élément de maintien (3) et servent à déplacer la rotule dans la direction médio-latérale.

4. Grappin pour rotule selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** les unités à doigts de contact (4.1) disposées dans la direction longitudinale présentent chacune deux doigts de contact (10) qui sont disposés sur des côtés opposés de l'axe longitudinal (8) de l'élément de maintien (3). 35
5. Grappin pour rotule selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** les unités à doigts de contact (4.2) disposées dans la direction transversale présentent chacune un doigt de contact (10) qui est disposé en particulier sur l'axe transversal (9) de l'élément porteur. 40
6. Grappin pour rotule selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisée en ce que** le dispositif de doigt de contact (54) est disposé de manière rotative sur l'élément de maintien (53) de sorte que le dispositif de doigt de contact (54) peut tourner autour d'un axe qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'élément de maintien (53) et perpendiculaire à l'axe transversal de l'élément de maintien (53), où le dispositif de doigt de contact (54) comporte deux dispositifs de doigt de contact (54.1) disposés sur des côtés opposés de l'élément de retenue (53), chaque ensemble de doigts de contact (54.1) comportant de préférence deux doigts de contact (55). 45 50 55

7. Grappin pour rotule selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** chaque unité à doigt de contact (54.1) est associée à un actionneur à fluide (59). 5
8. Grappin pour rotule selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les unités à doigt de contact (4.1, 4.2) sont disposés de manière réglable en hauteur sur l'élément de retenue (3) et/ou **en ce qu'il** est prévu une poignée (2 ; 52) pour guider le grappin pour rotule (1) et/ou pour faire tourner le dispositif de doigt de contact (54), laquelle poignée (2 ; 52) est disposée sur le côté supérieur de l'élément de retenue (3 ; 53), auquel cas la poignée (2) est de préférence disposée au milieu du côté supérieur de l'élément de retenue (3). 10
9. Grappin pour rotule selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** est conçue de telle sorte qu'elle peut être reliée à un adaptateur (21). 15
10. Appareil pour déplacer une rotule avec un grappin pour rotule (1 ; 51) selon l'une quelconque des revendications précédentes et un dispositif de maintien de jambe (23 ; 63), **caractérisé en ce qu'il** est prévu une ou plusieurs unités d'entraînement (25, 26 ; 68) pour déplacer les unités à doigt de contact (4.1, 4.2 ; 54.1) et une unité de commande (27 ; 67) pour commander la ou les unités d'entraînement (25, 26 ; 68). 20 25
11. Appareil selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la ou les unités d'entraînement (25, 26) comprennent chacune un moteur (28) et une unité de guidage linéaire (29), où de préférence sont prévues une première unité d'entraînement (25) pour le déplacement dans la direction crânio-caudale et une seconde unité d'entraînement (26) pour le déplacement dans la direction médio latérale. 30 35 40
12. Appareil selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la ou les unités d'entraînement (68) comprennent une pompe fluidique (58) et un actionneur fluidique (59) et en particulier une ou plusieurs clapets (69). 45
13. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce qu'il** est prévu des unités de capteurs linéaires (32 ; 73) pour mesurer la déviation du grappin pour rotule (1) ou des unités à doigt de contact (54.1) et/ou **en ce que** des capteurs de force (34) et/ou des unités de capteurs de pression (71) sont prévus pour mesurer la force exercée par le grappin pour rotule (1) ou les unités à doigt de contact (4.1, 4.2 ; 54.1), respectivement. 50 55
14. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de maintien de jambe (23 ; 63) est réglable en hauteur et/ou réglable en inclinaison et/ou en inclinaison et/ou réglable pour différentes flexions du genou, de préférence un dispositif de réglage (24 ; 57) étant prévu pour le grappin pour rotule (1 ; 51), au moyen duquel la hauteur du grappin pour rotule (1 ; 51) peut être réglée, de préférence le dispositif de réglage (24 ; 57) étant pivotant.
15. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une clé d'activation au moyen de laquelle l'appareil (20 ; 60) peut être mis dans une phase d'apprentissage dans laquelle l'appareil est ajusté pour un patient spécifique ou calibré pour ce patient.

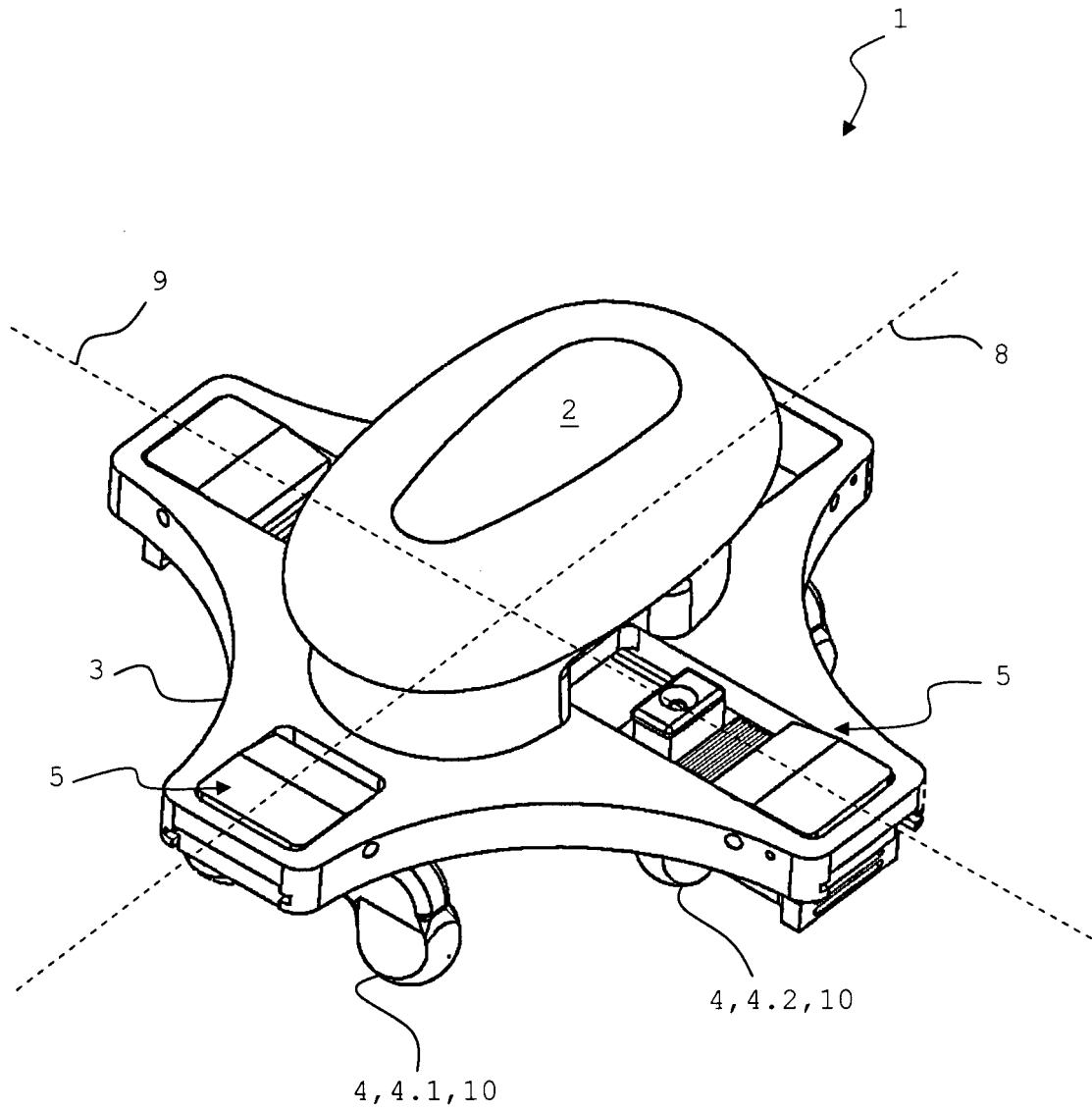


Fig. 1

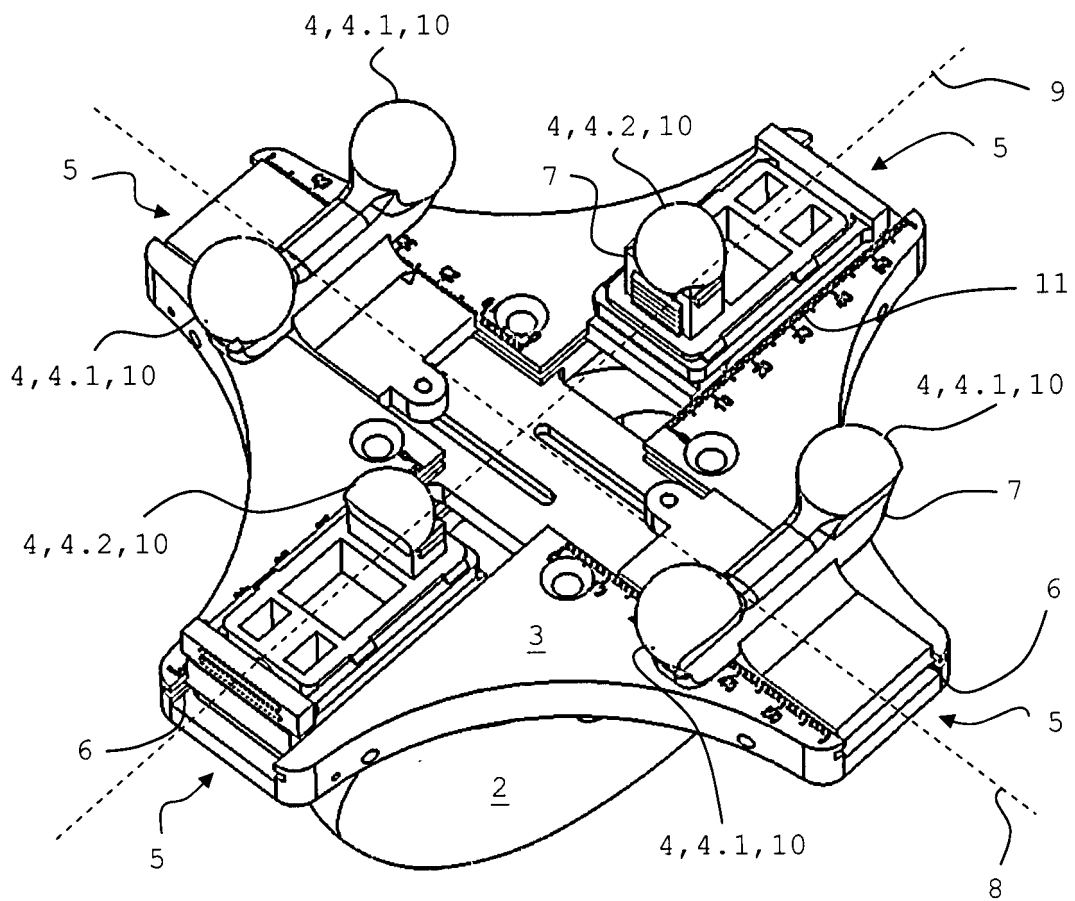


Fig. 2

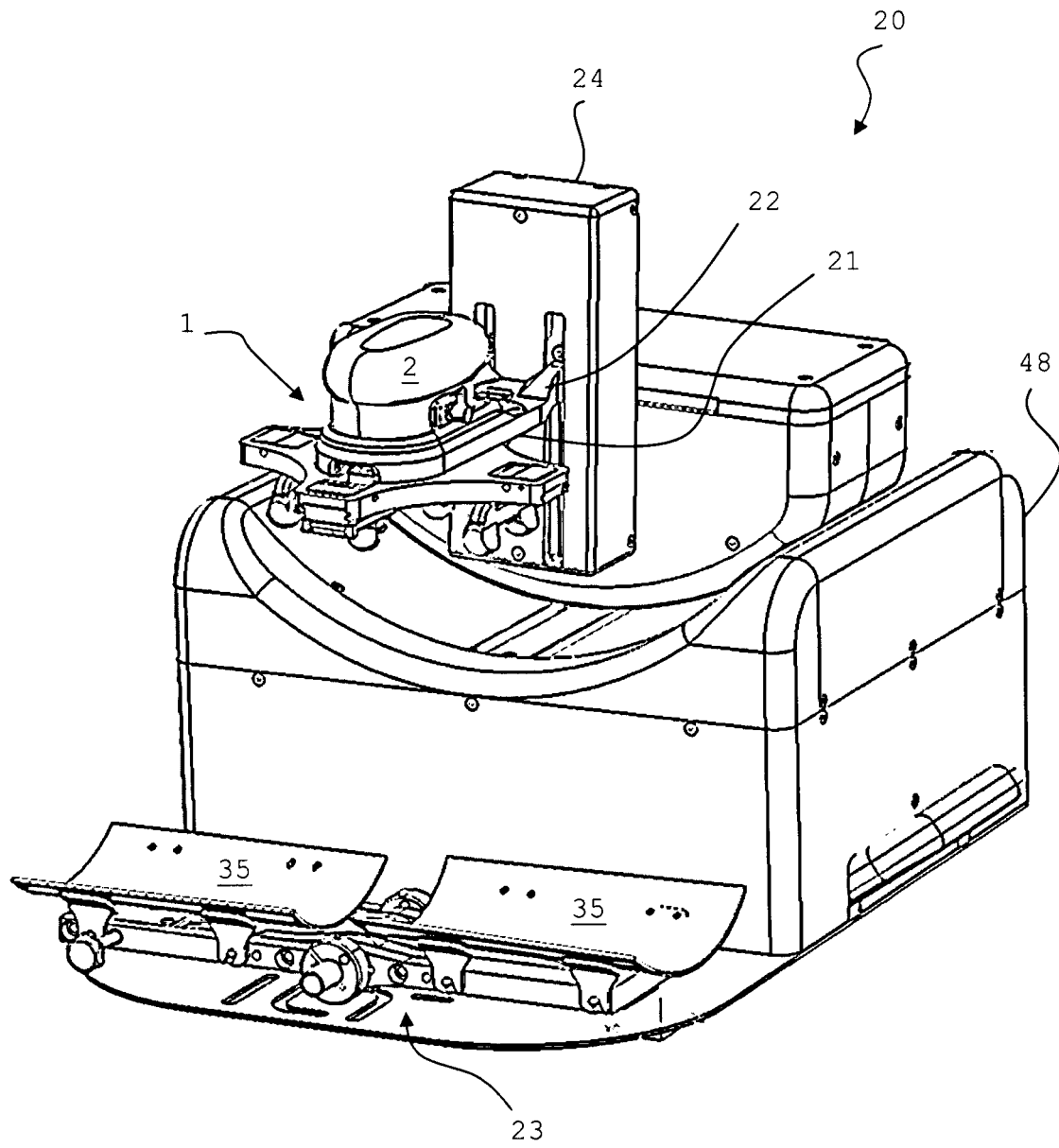


Fig. 3

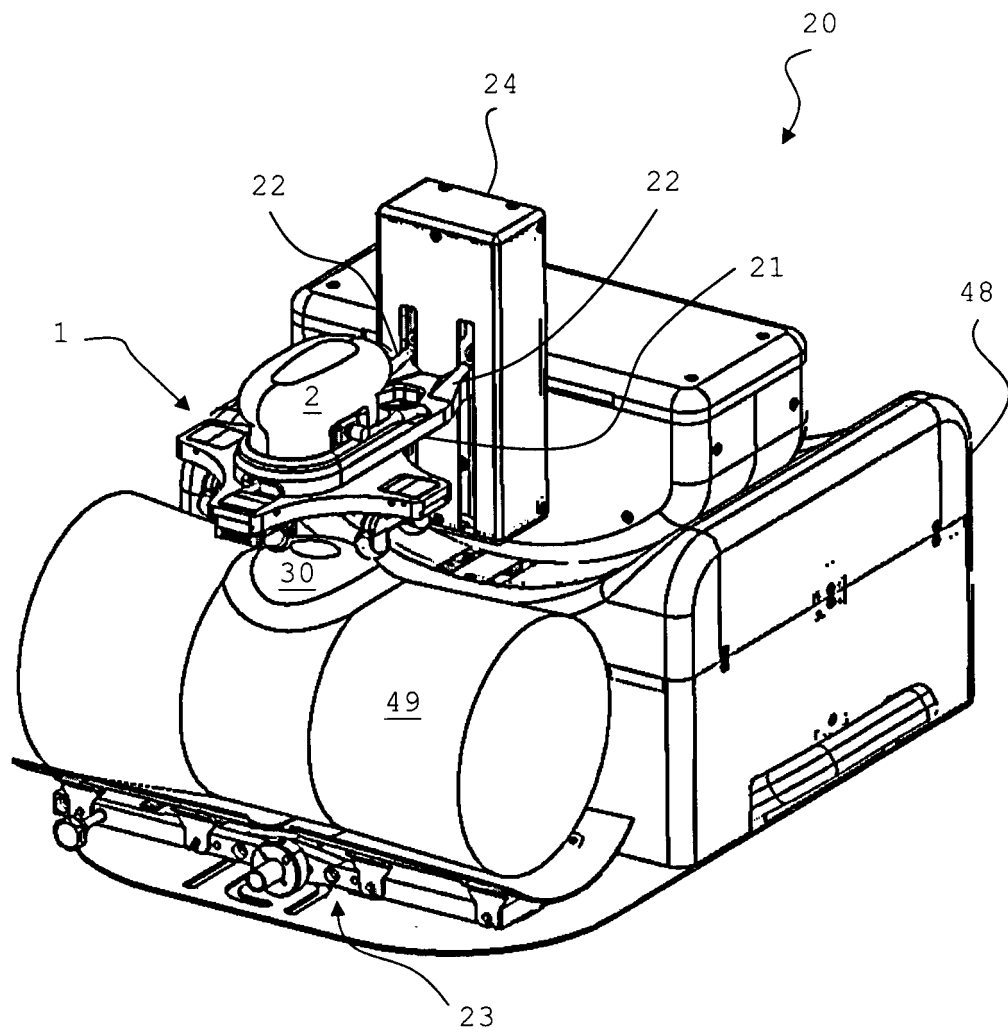


Fig. 4

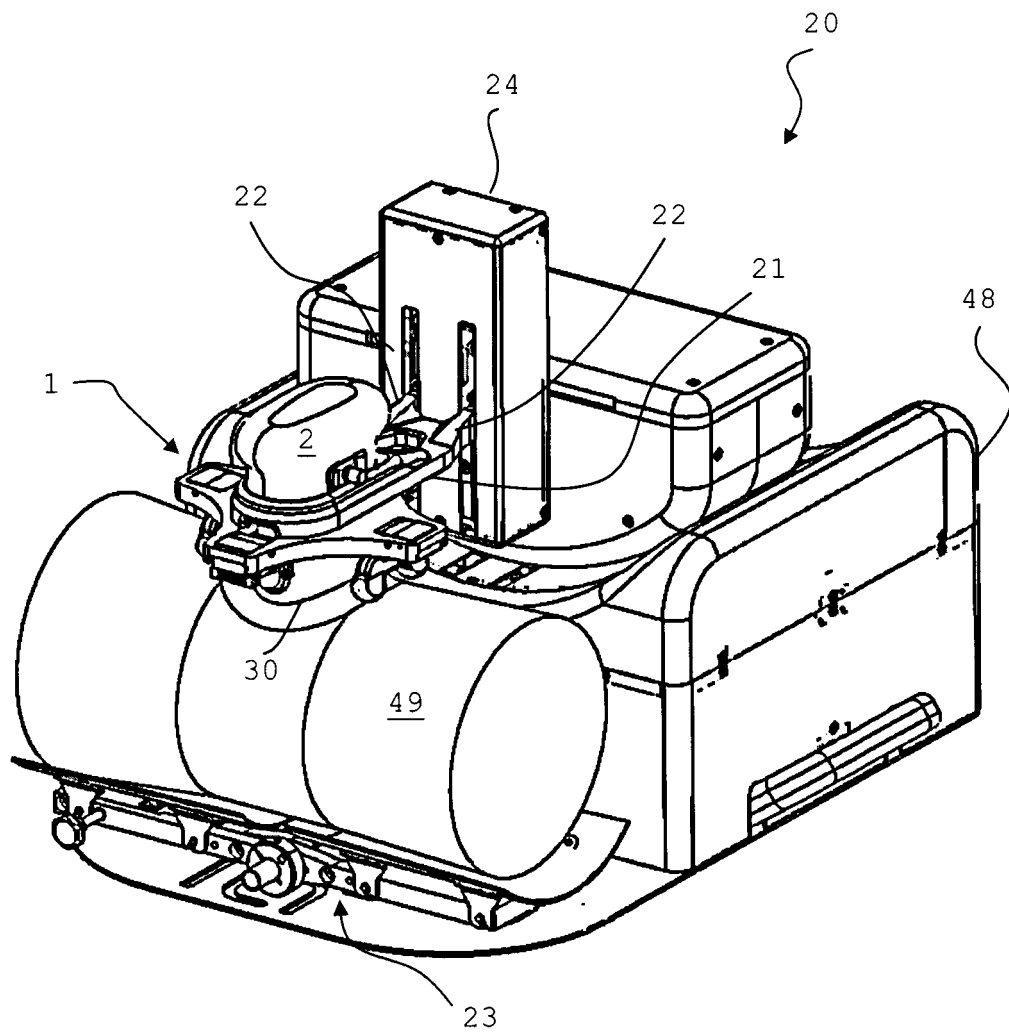


Fig. 5

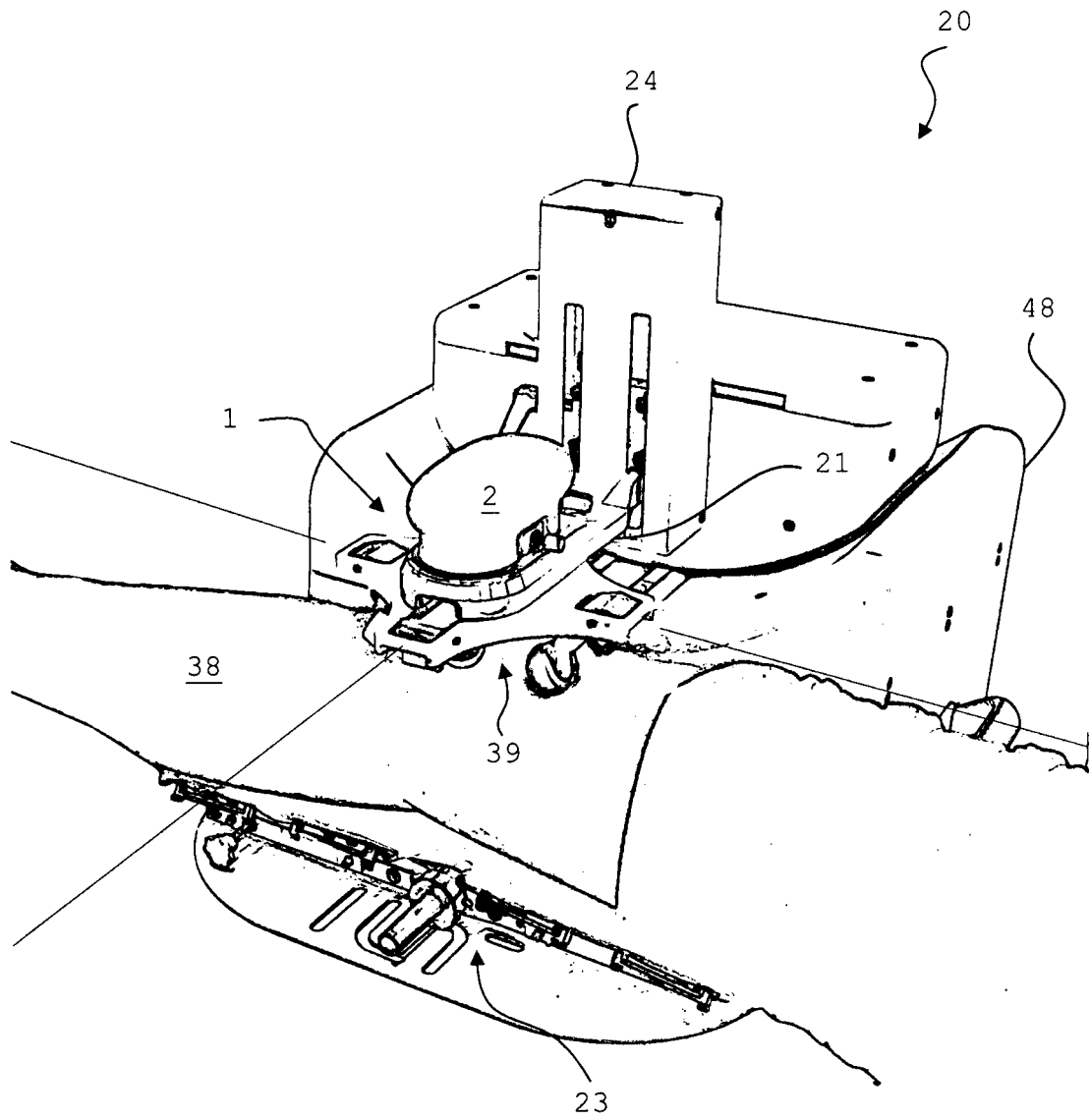


Fig. 6

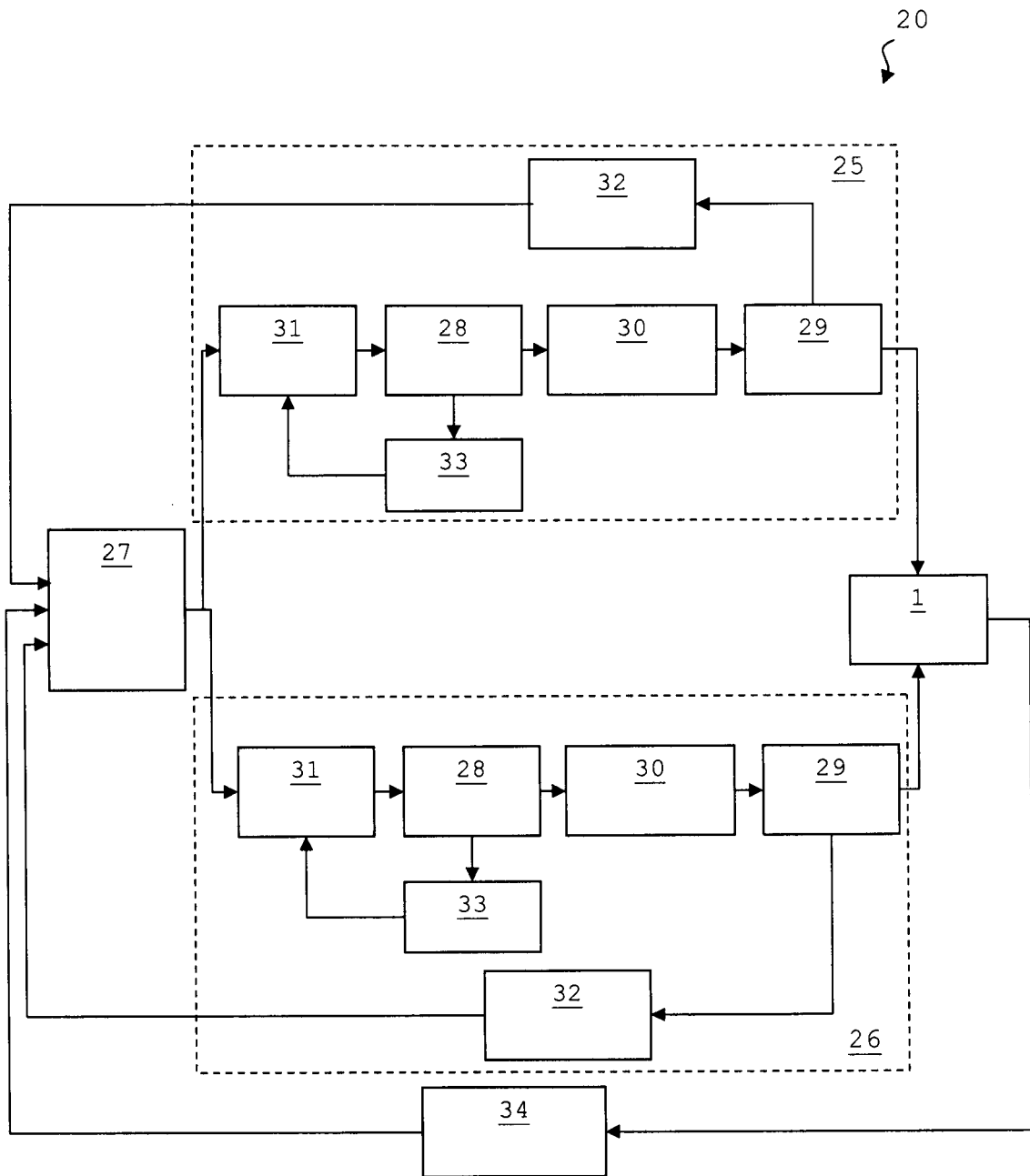


Fig. 7

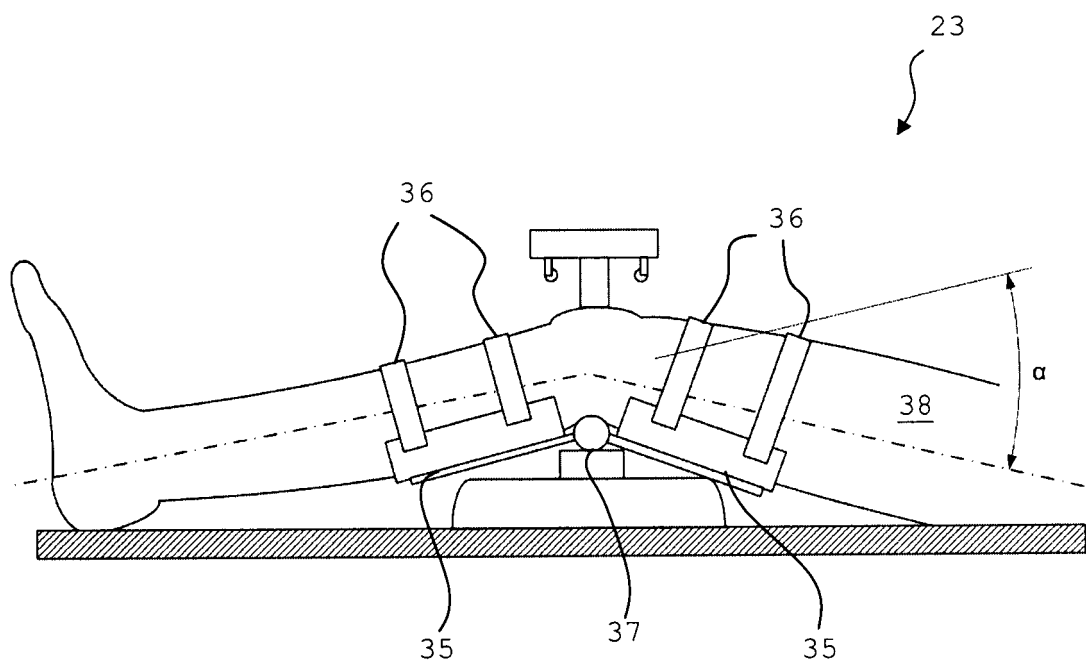


Fig. 8

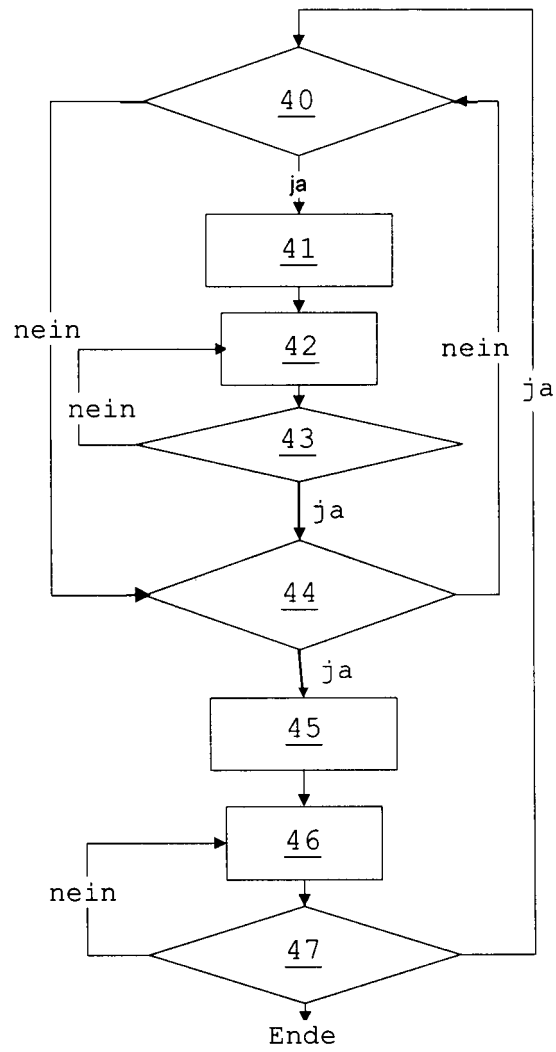


Fig. 9

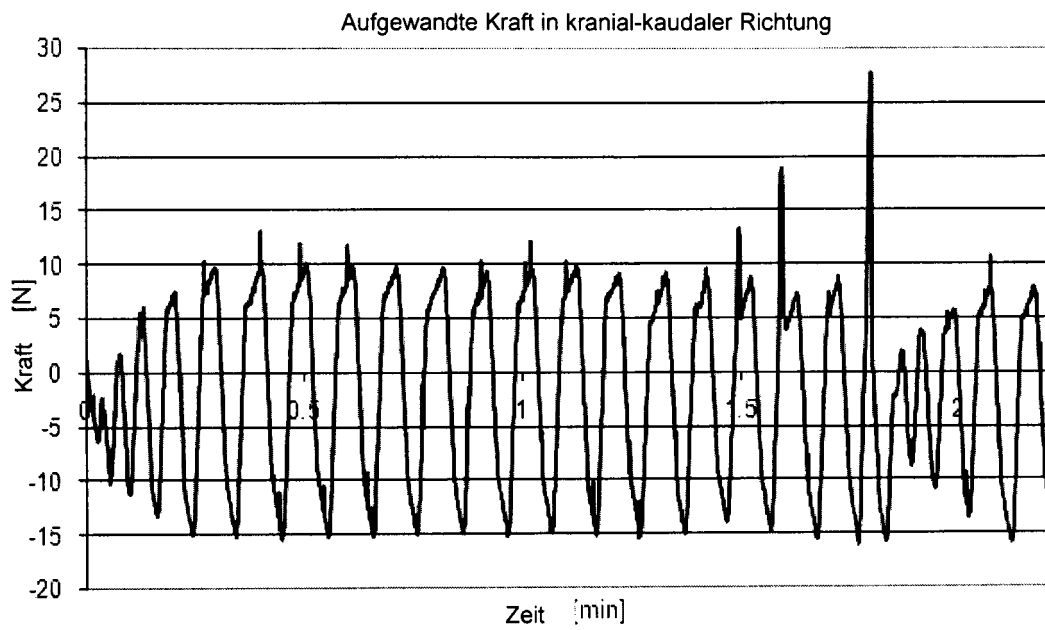


Fig. 10

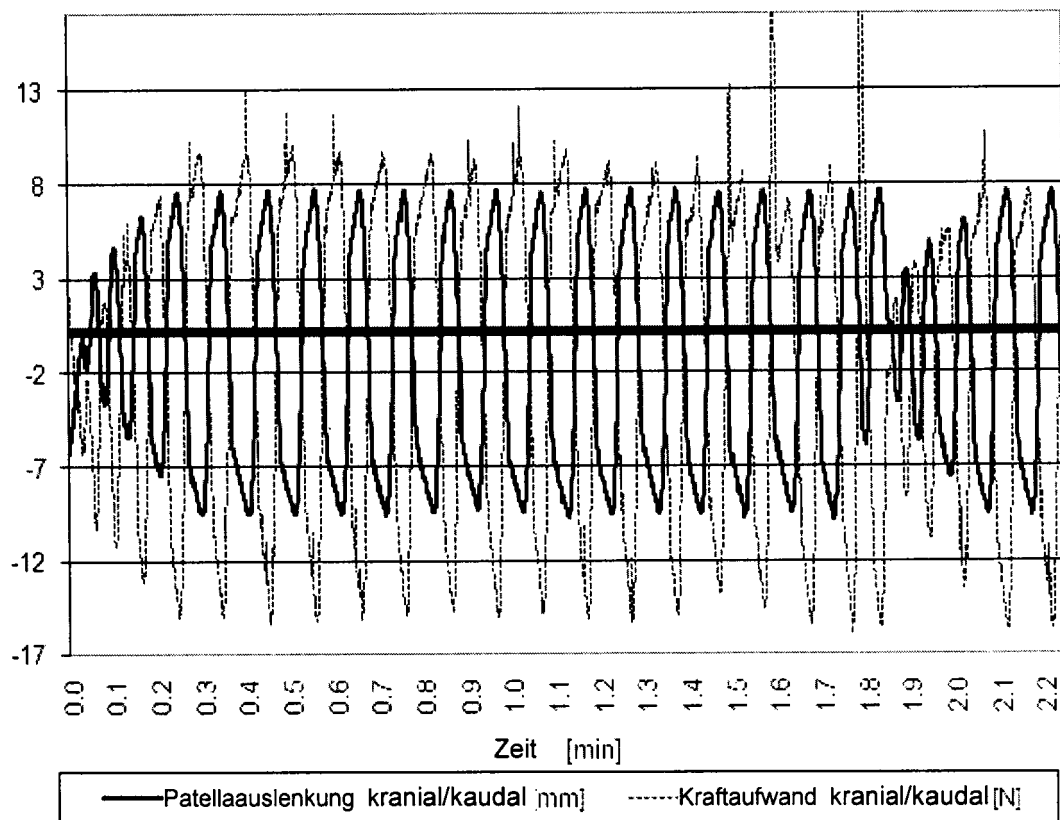


Fig. 11

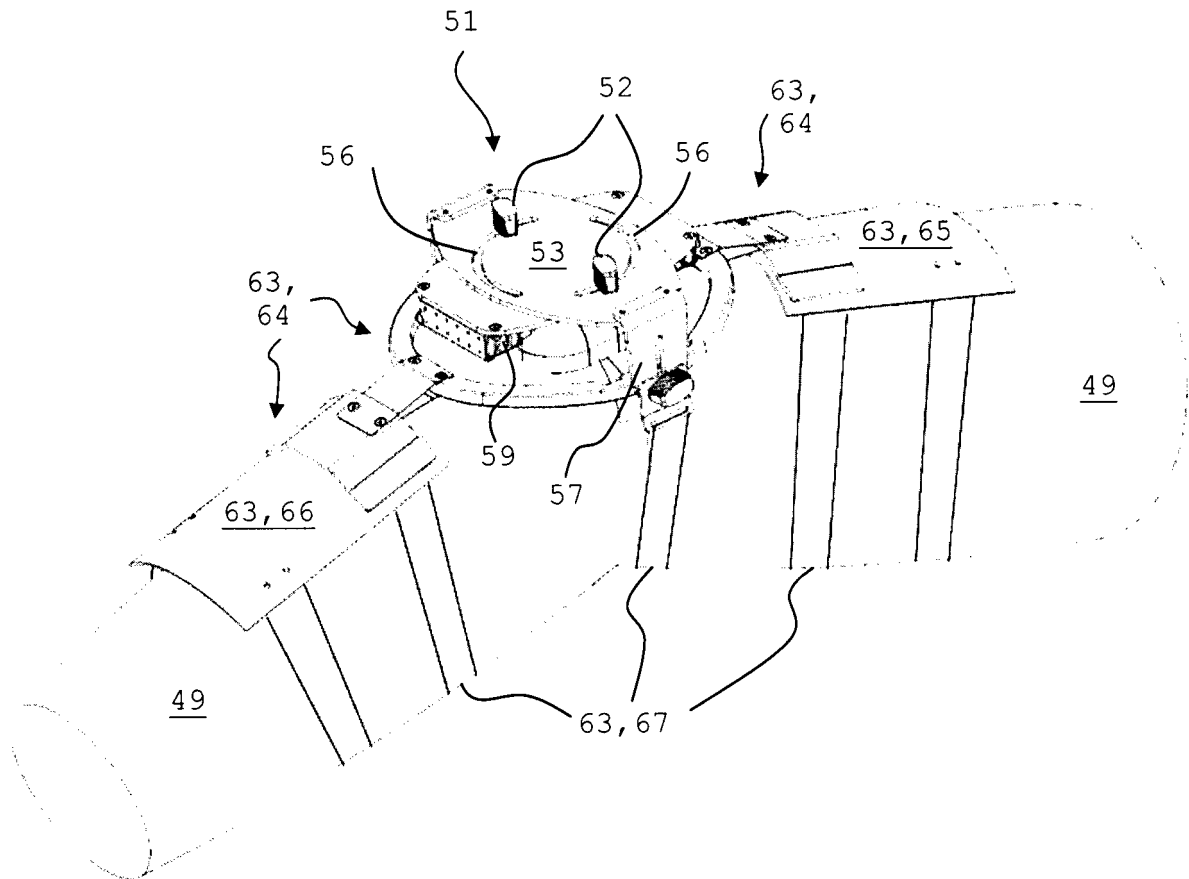


Fig. 12

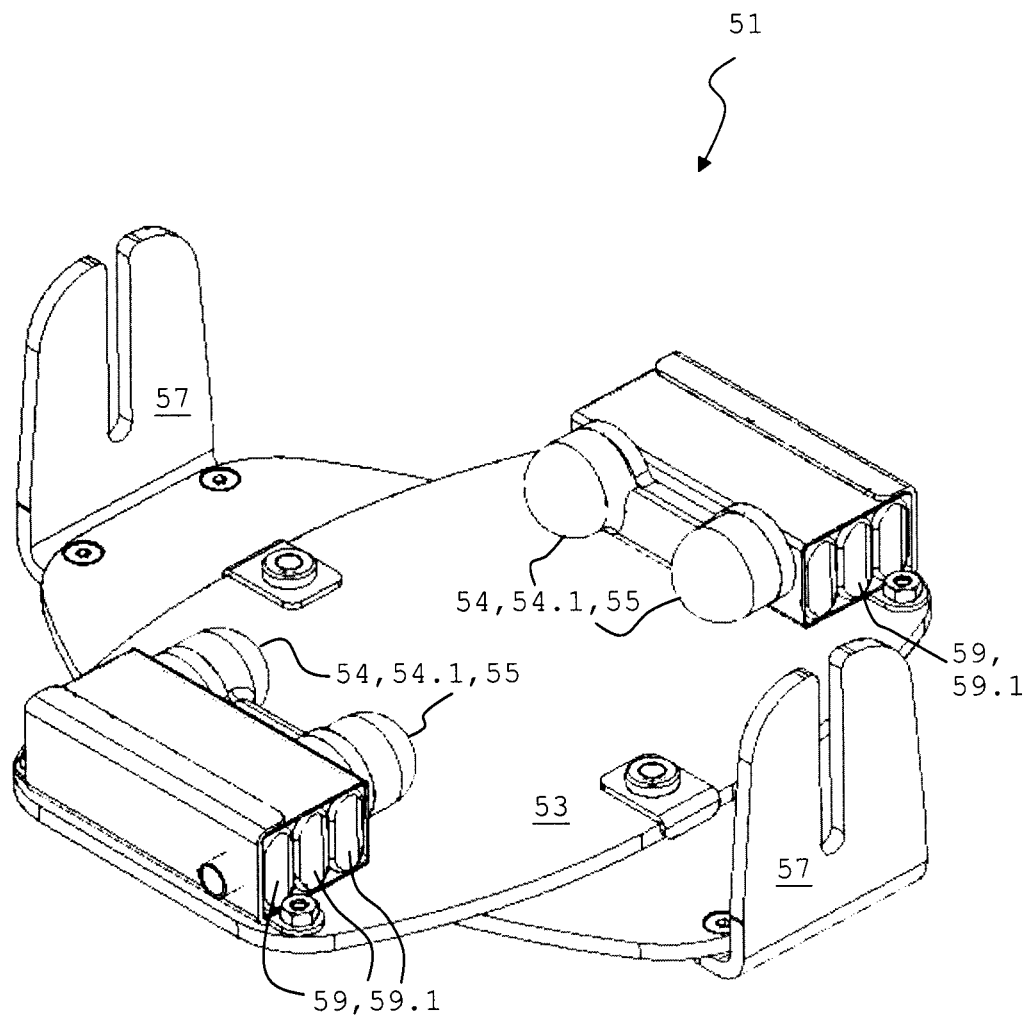


Fig. 13

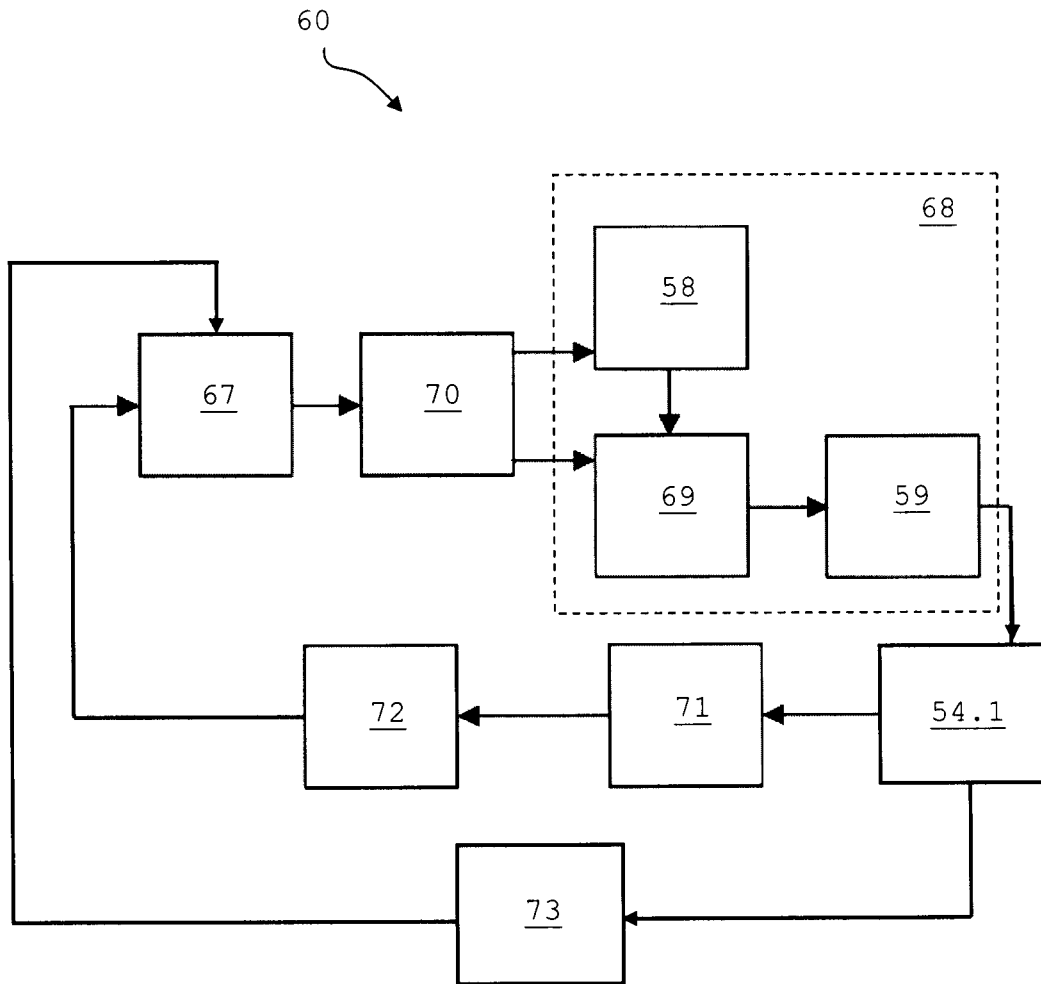


Fig. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5333604 A [0009]
- US 5156163 A [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SCHABUS, R. ; BOSINA, E.** The knee - Diagnosis, Therapy and Rehabilitation. Springer Verlag, 2007 [0002]
- **AGNESKIRCHER, J.D. ; LOBENHOFER, P.** Endoprothetik des Kniegelenks, Unfallchirurg, 2004, vol. 107, 219-231 [0002]
- **LARSEN, CH.** Trainieren statt Operieren?. Schweizerische Ärztezeitung, 2009, vol. 90 (38), 1476-1479 [0002]
- **KOKMEYER, D.** Tutorials on rehabilitation of knee patients with arthrofibrosis. Kneeguru Information Hub, 2007 [0003]
- Rehabilitation Principles. **STALZER, S. ; ATKINS, J. ; HAGERMAN, G.** The Crucial Principles in Care of the Knee. Lippincott Williams and Wilkins, 2008 [0003] [0004] [0006] [0009]
- Rehabilitation of Primary and Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstructions. **HECKMANN, T.P. ; NOYES, F.R. ; BARBER-WESTIN, S.D.** Noyes Knee Disorders Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes. Saunders Elsevier, 2010 [0004] [0006]
- Rehabilitation for Nonoperative and Operative Management of Knee Injuries. **CAVANAUGH, J.T.** The adult knee. Lippincott Williams Wilkins, 2003 [0004]
- **LENSSEN, T.A.F. ; VAN STEYN, M.J.A. ; CRIJNS, Y.H.F. ; WALTJ, E.M.H. ; ROOX, G.M. ; GEESIN, R.J.T. ; VAN DEN BRANDT, P.A. ; DE BIE, R.A.** Effectiveness of Prolonged Use of Continuous Passive Motion (CPM), as an Adjunct to Physiotherapy, After Total Knee Arthroplasty. BMC Musculoskeletal Disorders, 2008, vol. 9, 60 [0009]
- **SALTER, R.B. ; HAMILTON, H.W. ; WEDGE, J.H. ; TILE, M. ; TORODE, I.P. ; O'DRISCOLL, S.W. ; MURNAGHAN, J.J. ; SARINGER, J.H.** Clinical Application of Basic Research on Continuous Passive Motion for Disorders and Injuries of Synovial Joints: A Preliminary Report of a Feasibility Study. J. Orthop. Res., 1984, vol. 1, 325-342 [0009]