

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
23. Februar 2023 (23.02.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2023/020941 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 8/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)  
A61B 8/08 (2006.01) G16H 80/00 (2018.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/072593

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. August 2022 (11.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
070175/2021 17. August 2021 (17.08.2021) CH

(71) Anmelder: **COMPREMIUM AG** [CH/CH]; Worbstrasse  
46, 3074 Muri b. Bern (CH).

(72) Erfinder: **BAUMANN, Ulrich**; Stierenmatte 36, 3110  
Münsingen (CH). **BAUMANN, Vincent Boris**; Füllerich-  
strasse 8, 3073 Gümligen (CH). **FREI, Peter Nuot**; Mett-  
lenstrasse 11, 4657 Dulliken (CH).

(74) Anwalt: **KELLER SCHNEIDER PATENT- UND  
MARKENANWÄLTE AG**; Eigerstrasse 2, Postfach, 3000  
Bern 14 (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,  
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,  
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,  
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: METHOD FOR THE NON-INVASIVE DETECTION OF THE TEMPORAL EVOLUTION OF A STATE OF A TISSUE  
STRUCTURE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR NICHTINVASIVEN ERFASSUNG EINER ZEITLICHEN ENTWICKLUNG EINES  
ZUSTANDS EINER GEWEBESTRUKTUR

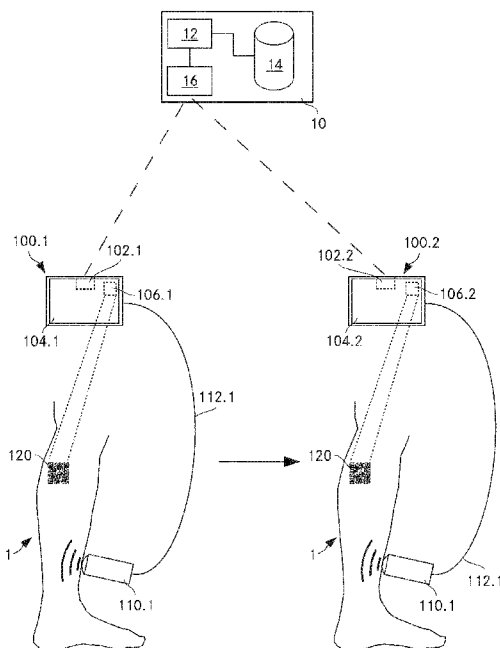


Fig. 1

(57) Abstract: In a method for the non-invasive detection of the temporal evolution of a state of a tissue structure, first measured data in relation to the body region (1) are recorded in a non-invasive manner and first image data are generated from the recorded measured data. These first image data are preprocessed locally using a first local terminal (100.1) and are transmitted, together with first identification data, from the first local terminal (100.1) to a server (10) for storage. At a later time, stored image data are retrieved from the server (10) based on second identification data and displayed on the second local terminal (100.2). Second measured data in relation to the body region (1) are then recorded in a non-invasive manner in order to generate second image data.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur werden erste Messdaten der Körperregion (1) nichtinvasiv aufgenommen und erste Bilddaten aus den aufgenommenen Messdaten generiert. Diese ersten Bilddaten werden lokal mit Hilfe eines ersten lokalen Endgeräts (100.1) 5 vorverarbeitet und zusammen mit ersten Identifikationsdaten vom ersten lokalen Endgerät (100.1) an einen Server (10) zur Ablage übermittelt. Zu einem späteren Zeitpunkt werden anhand zweiter Identifikationsdaten abgelegte Bilddaten vom Server (10) abgerufen und auf dem zweiten lokalen Endgerät (100.2) angezeigt. Es folgt ein nichtinvasives Aufnehmen zweiter Messdaten der Körperregion (1) zum Generieren von zweiten Bilddaten.

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

## **Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur**

### **Technisches Gebiet**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur. Die Erfindung betrifft weiter ein System und ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens.

### **Stand der Technik**

- 10 Im Rahmen der medizinischen Diagnostik ist es oftmals sinnvoll, die zeitliche Entwicklung des Zustands einer Gewebestruktur zu verfolgen, um Basisinformationen für eine Diagnose zu erhalten und um sicherzustellen, dass therapeutische Massnahmen rechtzeitig erfolgen, unter gleichzeitiger Vermeidung unnötiger Massnahmen.

- Beispielsweise sollte bei der Möglichkeit eines akuten Kompartmentsyndroms (oft auch als Logensyndrom bezeichnet), nach einer traumatischen Einwirkung das betreffende
- 15 Kompartiment bzw. die betreffenden Kompartimente überwacht werden. Dazu werden in zeitlichen Abständen über mehrere Stunden eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Das Ergebnis der jeweiligen Untersuchung aber auch die zeitliche Entwicklung werden als Basis für eine Diagnose und als Grundlage für die Entscheidung über eine chirurgische Versorgung herangezogen. Für die Untersuchung sind verschiedene Techniken bekannt. Die
- 20 einfachste stellt die manuelle Palpation zur Erfassung elastischer Eigenschaften des Kompartiments dar. Dabei stützt sich der untersuchende Arzt primär auf seine Erfahrung ab, so dass sich bei unterschiedlichen Fachpersonen unterschiedliche Aussagen ergeben. Eine höhere Verlässlichkeit kann mit Druckmessungen direkt im Kompartiment gewonnen

werden – allerdings sind diese Untersuchungen invasiv und damit schmerzhaft und grundsätzlich mit Infektionsrisiken verbunden.

Es wurde deshalb in der WO 2019/106535 A1 (U. Baumann, V. Baumann) die Kombination einer Druckmessvorrichtung und einer Ultraschallmesseinheit vorgeschlagen, um elastische  
5 Eigenschaften u. a. von Kompartimenten systematisch und nichtinvasiv zu erfassen. Eine solche Kombination eignet sich auch zur Gewinnung von Basisinformationen zur Diagnose des Kompartmentsyndroms.

Bei zeitlich versetzten Untersuchungen einer Gewebestruktur, die noch dazu von verschiedenen Fachpersonen ausgeführt werden können, besteht die Gefahr, dass sich die  
10 Modalitäten verschiedener Untersuchungen, z. B. der Ort der Untersuchung oder entsprechende Parameter, unterscheiden, so dass unterschiedliche Ergebnisse resultieren. Dies macht insbesondere einen Vergleich mehrerer Untersuchungsergebnisse an derselben Gewebestruktur, z. B. zur Gewinnung von Trendinformationen, schwierig. Gerade bei  
15 nichtinvasiven Untersuchungen, z. B. solchen, die mittels handgeführten Geräten durchgeführt werden, können sich systematische Unterschiede in der Positionierung ergeben.

### **Darstellung der Erfindung**

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehörendes Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines  
20 Zustands einer Gewebestruktur zu schaffen, welches gestützt auf mehrere, zeitlich versetzte Untersuchungen verbesserte Basisinformationen für diagnostische Zwecke bereitstellt.

Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung umfasst ein Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur folgende Schritte:

- 25 a. nichtinvasives Aufnehmen von ersten Messdaten einer zu untersuchenden Körperregion und Generieren von ersten Bilddaten aus den aufgenommenen Messdaten;



- b. lokale Vorverarbeitung der ersten Bilddaten mit Hilfe eines ersten lokalen Endgeräts;
- c. Übermitteln der vorverarbeiteten ersten Bilddaten und der ersten Identifikationsdaten vom ersten lokalen Endgerät an einen Server zur Ablage;
- d. zu einem späteren Zeitpunkt Abrufen von abgelegten Bilddaten vom Server mit einem  
5 zweiten lokalen Endgerät, anhand zweiter Identifikationsdaten;
- e. Anzeigen der zurückgeholten Bilddaten auf dem zweiten lokalen Endgerät;
- f. nichtinvasives Aufnehmen zweiter Messdaten der Körperregion zum Generieren von zweiten Bilddaten.

Das Verfahren lässt sich insbesondere beim Menschen anwenden, ist aber grundsätzlich  
10 auch in der Tiermedizin einsetzbar.

Eine nichtinvasive Erfassung bzw. eine nichtinvasive Aufnahme von Messdaten schliesst Schritte ein, die ohne Schnitt und ohne das Einführen von Geräten oder Kathetern in den Körper, also rein äusserlich, durchgeführt werden. Dazu zählen insbesondere Messungen, die an der Körperaussenseite oder mittels geeigneter Felder oder Strahlen vorgenommen  
15 werden (z. B. Sonografie, Röntgenuntersuchungen, MRT, OCT etc.).

Bei den Identifikationsinformationen handelt es sich beispielsweise um eine Nummer oder eine alphanumerische Zeichenkette, es kann sich aber auch z. B. um Bilddaten handeln. Bevorzugt erlauben die Identifikationsdaten keinen Rückschluss auf die Identität (z. B. den Namen, eine Versichertennummer o. ä.) des Patienten. Besonders sensible  
20 Patienteninformationen können so geschützt werden, und die Zuordnung kann nur lokal vorgenommen werden, aber nicht anhand von übermittelten oder vom Server abgelegten Daten.

Bei den ersten und zweiten Bilddaten handelt es sich insbesondere um Schnittbilder, z. B. in einer Ebene, die zu einer Tangentialebene zur Körperoberfläche am Messort einen Winkel  
25 von 60°-120° einschliesst. Als erste und zweite Bilddaten können aber auch 3-dimensionale Bilder erzeugt werden. Die ersten und zweiten Bilddaten können jeweils ein Bild oder mehrere Bilder umfassen.

Bei der lokalen Vorverarbeitung der ersten und zweiten Bilddaten werden insbesondere Filter auf die Bilddaten angewandt, z. B. zur Kontrastverstärkung, zur Reduktion von Bildrauschen oder zum Verstärken von Konturen. Einsetzbar sind z. B. an sich bekannte HAF-Filter (Histogram Adaptive Fuzzy Filter). Es kann zudem eine automatische Auswahl des Bildausschnitts erfolgen. Aus den Bilddaten können im Rahmen der Vorverarbeitung ergänzende Informationen gewonnen werden, z. B. Intensitätsverläufe und/oder Histogramme. Die Bilddaten können zudem beispielsweise komprimiert werden. Je nachdem, auf welcher Grundlage die ersten Bilddaten gewonnen wurden und in welcher Form sie vorliegen, sind im Rahmen der Vorverarbeitung mehr oder weniger Schritte notwendig.

Die Übermittlung der vorverarbeiteten ersten Bilddaten und der ersten Identifikationsdaten vom ersten lokalen Endgerät an den Server kann direkt über ein Datennetz erfolgen, an das sowohl das erste lokale Endgerät als auch der Server angebunden sind, oder es wird eine in Bezug auf das erste lokale Endgerät lokale Gateway eingesetzt, mit der das erste lokale Endgerät kommuniziert und das die Datenübermittlung zum und vom Server für alle lokalen Endgeräte übernimmt. Die Übermittlung der Daten erfolgt insbesondere über eine (z. B. mittels Transport Layer Security - TLS) gesicherte Internetverbindung. Das lokale Endgerät ist beispielsweise über eine (wiederum geschützte) WLAN-Verbindung drahtlos mit einem Router verbunden. Möglich ist aber auch z. B. eine Übermittlung über ein Mobilfunknetz. Kommt eine Gateway zum Einsatz, können die zu übermittelnden Daten lokal zwischengespeichert werden. Weil der spätere Abruf der Bilddaten nicht zwingend mit demselben Endgerät erfolgt und weil auch eine andere Gateway zum Einsatz kommen kann (z. B. bei der Verlegung des Patienten in eine andere Abteilung oder in ein anderes Krankenhaus) sollten die Daten aber innert einer maximalen Zeitdauer weiter zum Server übermittelt werden, so dass die Abrufbarkeit zum späteren Zeitpunkt gegeben ist.

Eine lokale Zwischenspeicherung kann auch auf dem ersten lokalen Endgerät selbst erfolgen, insbesondere dann, wenn temporär keine Übermittlung zur Gateway oder zum Server möglich ist. In bestimmten Fällen, z. B. bei einem längeren Verbindungsunterbruch, können dann die für die zweite, später erfolgende Messung benötigten Daten (z. B. die ersten

Bilddaten) aus dem lokalen Zwischenspeicher genutzt werden – vorausgesetzt, es wird nochmals dasselbe lokale Endgerät benutzt.

Die vorverarbeiteten ersten Bilddaten oder daraus gewonnene, weiter verarbeitete Bilddaten sind nach der Ablage mit den ersten Identifikationsdaten verknüpft.

- 5 Beim ersten lokalen Endgerät und beim zweiten lokalen Endgerät kann es sich um zwei Geräte handeln oder um dasselbe Gerät, z. B. davon abhängig, ob der Patient bei den zeitlich beabstandeten Untersuchungen am selben Ort und/oder von derselben Person untersucht wird. Durch die Datenspeicherung auf dem Server wird sichergestellt, dass sich in beiden Fällen die zweiten Messdaten auf dieselbe Weise präzise und zuverlässig gewinnen lassen.
- 10 Dasselbe gilt für allfällige weitere lokale Endgeräte, die zur Untersuchung des Patienten im zeitlichen Verlauf zum Einsatz kommen.

- Falls es sich bei den ersten und zweiten Identifikationsdaten um eindeutige numerische oder alphanumerische Daten handelt, können die abgelegten Bilddaten unmittelbar anhand dieser Daten abgerufen werden. Handelt es sich um andersartige Informationen, z. B.
- 15 Bilddaten, werden die ersten Identifikationsdaten und die zweiten Identifikationsdaten in der Regel nicht identisch sein. In diesem Fall erfolgt auf dem Server eine Vergleichsoperation, um den zweiten Identifikationsdaten die ersten Identifikationsdaten zuzuordnen. Bei den abgelegten Bilddaten kann es sich um die zuvor vom ersten lokalen Endgerät übermittelten vorverarbeiteten ersten Bilddaten handeln oder um ausgehend davon auf dem Server weiter
- 20 verarbeitete Bilddaten. Nebst den Bilddaten können allenfalls weitere, mit den ersten Identifikationsdaten verknüpfte, Informationen abgerufen werden.

- Die Anzeige der zurückgeholten Bilddaten auf dem zweiten lokalen Endgerät erleichtert das Aufnehmen der zweiten Messdaten, indem der Nutzer – unabhängig davon, ob er die erste Untersuchung selbst durchgeführt hat oder nicht – anhand dieser Bilddaten auf einfache
- 25 Weise sicherstellen kann, dass er die zweite Untersuchung am selben Untersuchungsort und mit denselben Untersuchungsparametern, z. B. in Bezug auf die Orientierung einer Schnittebene, durchführt. Diese Bilddaten können somit als Navigationshilfe bei der zweiten Untersuchung dienen, um sicherzustellen, dass dieselbe Gewebestruktur untersucht und derselbe Bildausschnitt erzeugt wird. In Ergänzung der Bilddaten können weitere

Informationen auf dem Server gespeichert und vom zweiten Endgerät abgerufen werden, die die Wiederholbarkeit der Messung sicherstellen, z. B. Distanzangaben auf der Körperoberfläche, Fotos der Messstelle und/oder eine Videosequenz, die den Messprozess bei der ersten Untersuchung dokumentiert.

- 5 Mit demselben lokalen Endgerät und den darin integrierten bzw. damit verbundenen Einrichtungen, namentlich der Einrichtung zum Aufnehmen der Messdaten, können somit aufeinanderfolgend Untersuchungen an demselben Patienten oder an verschiedenen Patienten durchgeführt werden, wobei stets eine korrekte Zuordnung der Bilddaten und Messdaten gewährleistet ist.
- 10 Das Verfahren ist insbesondere für Untersuchungsreihen vorteilhaft, die die Vornahme mehrerer gleichartiger Untersuchungen derselben Körperregion in zeitlichen Abständen von jeweils mehreren Minuten bis zu einigen Stunden vorsehen. Besonders vorteilhaft ist das Verfahren zudem bei Untersuchungen, die mittels handgeführter Geräte durchgeführt werden, weil es in diesen Fällen ohne eine Unterstützung mittels Bildgebung besonders
- 15 schwierig sein kann, dieselben Rahmenbedingungen für mehrere zeitlich versetzte Untersuchungen zu gewährleisten.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die Durchführung von zwei Messungen beschränkt, es können drei oder mehr Messungen auf dieselbe Weise, in einem jeweiligen zeitlichen Abstand, auf demselben, zwei oder mehr lokalen Endgeräten, durchgeführt

20 werden.

Bevorzugt werden beim Aufnehmen der zweiten Messdaten die zweiten Bilddaten in Echtzeit auf dem zweiten lokalen Endgerät angezeigt, insbesondere gleichzeitig mit den zurückgeholten Bilddaten.

Dies ermöglicht eine besonders genaue Überwachung der Aufnahme der zweiten

25 Messdaten, insbesondere eine erhöhte visuelle Präzision beim Messprozess. Dadurch werden die Inter- und die Intra-Observer-Reliabilität des Verfahrens erhöht. Die Bedienperson kann beispielsweise unmittelbar erkennen, ob dieselbe Gewebestruktur mit im Wesentlichen demselben Bildausschnitt untersucht wird. Auch Abweichungen bei Untersuchungsparametern lassen sich anhand der erzeugten und angezeigten Bilder in der

Regel einfach erkennen. Aufgrund der Echtzeitdarstellung wirken sich von der Bedienperson vorgenommene Anpassungen unmittelbar aus, so dass sich eine intuitive und flüssige Bedienung ergibt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens umfasst das  
5 non-invasive Aufnehmen der ersten Messdaten einen sonografischen Messvorgang.

Derartige Messungen lassen sich ohne zu erwartende Schadenfolgen bei praktisch allen Patienten, darunter sogar Ungeborenen, durchführen. Sie sind zur Untersuchung diverser, auch sensibler, Gewebestrukturen geeignet und lassen sich mit verhältnismässig kostengünstiger Technik und kompakten Geräten vornehmen. Zudem kann auf einfache  
10 Weise eine kontinuierliche repetitive Bildgebung erfolgen, was eine individualisierte, risiko-basierte und zuverlässige Überwachung des Untersuchungsvorgangs erlaubt.

Anstelle oder zusätzlich von sonografischen Messungen lassen sich andere Messvorgänge durchführen, die Messdaten bereitstellen können, die zur Gewinnung von Bilddaten der zu untersuchenden Gewebestruktur geeignet sind, darunter z. B. Röntgenuntersuchungen (CT),  
15 Magnetresonanztomographie (MRT), optische Kohärenztomografie (OCT) usw.

Mit Vorteil werden die vorverarbeiteten ersten Bilddaten auf dem lokalen Endgerät dargestellt, und weitere erste Messdaten sind gestützt auf die Darstellung aufnehmbar.

Wenn die weiteren ersten Messdaten auf einem anderen Messprinzip basieren, ermöglicht die Darstellung der Bilddaten insbesondere eine präzise Positionierung der entsprechenden  
20 Messeinrichtung. Besonders bevorzugt werden die Bilddaten in quasi-Echtzeit dargestellt, wie es beispielsweise gestützt auf die Sonografie ohne weiteres möglich ist.

Die Vorverarbeitung der ersten Bilddaten kann für die Anzeige auf dem lokalen Endgerät und die Übermittlung zum Server auf dieselbe oder auf eine unterschiedliche Weise erfolgen. Es ist auch möglich, unterschiedlich vorverarbeitete Bilddaten zu erzeugen und beide an den  
25 Server zur Ablage zu übermitteln. Beispielsweise können erste vorverarbeitete Bilddaten später zurückgeholt und auf dem zweiten lokalen Endgerät angezeigt werden, während zweite vorverarbeitete Bilddaten zu Referenz- oder Diagnosezwecken auf dem Server abgelegt werden und für das Aufnehmen zweiter Messdaten nicht benötigt werden.

Das non-invasive Aufnehmen der ersten Messdaten kann insbesondere eine Messung einer Anpresskraft umfassen.

Bei den Werten der Anpresskraft handelt es sich um die erwähnten weiteren ersten Messdaten. Mit Hilfe der Anpresskraft, die z. B. im Wesentlichen senkrecht auf die Körperoberfläche ausgeübt wird, können insbesondere elastische Eigenschaften der untersuchten Gewebestruktur ermittelt werden.

Andere Messdaten können ebenfalls gewonnen und mit den ersten Messdaten verknüpft werden, die zur Gewinnung der Bilddaten herangezogen wurden. Dazu zählen beispielsweise Informationen zum Herzschlag, zum Blutdruck, zur Sauerstoffsättigung des Bluts, zur Körpertemperatur usw., gegebenenfalls bezogen auf den Ort der jeweiligen Untersuchung.

Zur Gewinnung von Informationen zu einem elastischen Zustand der Gewebestruktur kann eine Bestimmung von Abmessungen sowohl in den ersten Bilddaten als auch in den zweiten Bilddaten bei jeweils mindestens zwei unterschiedlichen Anpresskräften vorgenommen werden.

Je nach Anwendungszweck und vorhandenen Bilddaten kann es sich bei den Abmessungen um Punktpositionen, Längen, Flächen oder Volumina handeln. Möglich sind auch Verhältnisgrößen, z. B. entsprechend der Exzentrizität einer elliptischen Fläche oder einem Längenverhältnis zweier paralleler oder in einem gewissen Winkel stehender Strecken.

Durch den Vergleich der Abmessungen, wie sie sich bei unterschiedlichen Anpresskräften ergeben, kann unmittelbar ein Mass für die Elastizität (bzw. Steifigkeit) der untersuchten Gewebestruktur gewonnen werden. So bedeutet in der Regel eine aufgrund der Krafteinwirkung erreichte starke Kompression einer Gewebestruktur, dass diese insgesamt eine hohe Elastizität aufweist, während eine geringe Kompression auf eine tiefe Elastizität (bzw. hohe Steifigkeit) hinweist. Umfasst die Gewebestruktur Kompartimente, kann eine tiefe Elastizität insbesondere auf einen hohen Innendruck in diesen Kompartimenten hinweisen. Als Kompartiment wird hierbei ein abgeschlossener Hohlraum bzw. Aufnahmeraum im Körperinnern verstanden, in dem ein gewisser Druck herrscht, der sich grundsätzlich vom Druck in umgebendem Gewebe unterscheiden kann. Von Interesse sind hier Kompartimente, die durch eine Kraftanwendung von aussen elastisch deformierbar

sind. Solche Kompartimente umfassen insbesondere die Logen des Muskelgewebes, Blutgefäße und Organe (z. B. die Leber oder das Gehirn).

Zur Bestimmung der Abmessungen kann ein manueller Markiervorgang auf den dargestellten ersten Bilddaten und zweiten Bilddaten durchgeführt werden.

- 5 Beim manuellen Markiervorgang definiert eine Bedienperson insbesondere über eine Benutzerschnittstelle des ersten lokalen Endgeräts und/oder des zweiten lokalen Endgeräts einen oder mehrere Punkte, Linien, Flächen und/oder Volumina in den dargestellten Bilddaten. Daraus ergeben sich unmittelbar oder durch Rechenoperationen Längen-, Flächen- oder Volumenwerte oder andere geometrische Grössen, wie z. B. Winkel oder
- 10 Exzentrizitäten.

Mit Vorteil wird zur Unterstützung des manuellen Markiervorgangs eine Darstellung eines Intensitätsverlaufs der ersten bzw. zweiten Bilddaten entlang einer Linie angezeigt.

- Es hat sich gezeigt, dass eine solche Darstellung insbesondere bei der Definition von Positionen bzw. Abständen, die durch zwei Positionen bestimmt werden, hilfreich ist, indem
- 15 sie die Reproduzierbarkeit der Vornahme der Markierung verbessert. Dargestellt werden kann der Intensitätsverlauf selbst, oft wird es von Vorteil sein, wenn dieser durch geeignete Algorithmen geglättet wird, z. B. durch einen Binning-Prozess.

Mit Vorteil wird ein anhand der ersten bzw. zweiten Bilddaten ein Vorschlag für im Rahmen des Markiervorgangs vorzunehmende Markierungen automatisch erzeugt.

- 20 Der Vorschlag dient als Ausgangspunkt für die manuelle Markierung durch die Bedienperson und erleichtert somit den Markiervorgang. Dennoch liegt die Verantwortung für die Markierung weiterhin ganz bei der Bedienperson.

- Die Erzeugung des Vorschlags erfolgt insbesondere mit Hilfe gängiger Bildverarbeitungsverfahren, z. B. zur Erkennung von Kanten. Sie kann aber auch gestützt auf
- 25 einen (überwachten) Machine-Learning-Prozess erfolgen, z. B. mit Hilfe eines künstlichen neuronalen Netzes, wobei früher erfolgte Markierungen derselben oder anderer

Bedienpersonen und die entsprechenden Bilddaten als Trainingsdaten zum Trainieren und Verbessern des Modells dienen.

Die Abmessungen können auch automatisch auf Basis der ersten Bilddaten bzw. zweiten Bilddaten bestimmt werden.

- 5 Die Bestimmung der Abmessungen kann – wie die Erzeugung des Vorschlags – insbesondere auf gängigen Bildverarbeitungsverfahren und/oder einem Machine-Learning-Prozess beruhen. Es ist auch möglich, in einem Gesamtsystem zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens zunächst einen manuellen Markiervorgang vorzusehen und die automatische Bestimmung für einen bestimmten Messvorgang erst dann zuzulassen, wenn die durch die Bedienpersonen durchgeführten Anpassungen automatisch erzeugter Vorschläge statistisch ein vorgegebenes Mass unterschreiten.
- 10

- Der Ort der vorzunehmenden Messung kann durch die Bedienperson bestimmt werden, z. B. durch einen entsprechenden Markiervorgang auf den Bilddaten, er kann aber auch automatisch bestimmt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Ort bei der ersten Messung durch die Bedienperson vorgegeben, bei den nachfolgenden Messungen wird er dann anhand der Bildinformationen automatisch bestimmt, z. B. indem die jüngsten Bilddaten durch ein Matching-Verfahren mit den ersten Bilddaten in Übereinstimmung gebracht werden und der Ort der Messung von den ersten Bilddaten auf die jüngsten Bilddaten übertragen wird. Insbesondere bei den nachfolgenden Messungen können somit die Messung und allfällige nachfolgende Schritte vollautomatisch ausgeführt werden, sobald die entsprechenden Messdaten aufgenommen werden können, z. B. sobald ein Messkopf einer Messeinheit passend positioniert ist. Diese Positionierung kann vom System unterstützt werden, z. B. indem der Messort für den Messkopf mit Hilfe einer projizierten Markierung auf der Körperoberfläche angezeigt wird oder mit Hilfe von Augmented-Reality-Techniken.
- 15
- 20
- 25

Bei bevorzugten Ausführungsformen wird aus den bestimmten Abmessungen bei den unterschiedlichen Anpresskräften basierend auf den ersten Messdaten ein erster Wert zum elastischen Zustand der Gewebestruktur und basierend auf den zweiten Messdaten ein



zweiter Wert zum elastischen Zustand der Gewebestruktur bestimmt, wobei der erste Wert und der zweite Wert ein Mass für eine Verformbarkeit der Gewebestruktur darstellen.

Bei den Werten zum elastischen Zustand der Gewebestruktur kann es sich um Werte handeln, die ein Mass sind für die Elastizität des untersuchten Gewebes bzw. um Werte, die ein Mass sind für die Steifigkeit des untersuchten Gewebes.

Besonders bevorzugt wird dabei mit Hilfe eines Ultraschall-Messkopfs mit integrierter Druckmesseinrichtung, wie er z. B. aus der EP 3 716 842 A1 (Veinpress GmbH) bekannt ist, gleichzeitig ein Bild der zu untersuchenden Gewebestruktur erzeugt und angezeigt und die ausgeübte Anpresskraft, entsprechend einem bestimmten Anpressdruck, gemessen.

Sobald der benötigte Druck erzeugt wird, können anhand des Bildes die Abmessungen bestimmt werden. Dies kann bei einer manuellen Markierung dadurch unterstützt werden, dass bei Erreichen eines vorgegebenen Druckwerts unmittelbar ein Standbild des aktuellen Ultraschallbildes erzeugt und für den nachfolgenden Markiervorgang angezeigt wird. Bei einer automatischen Bestimmung der Abmessungen, kann unmittelbar das Bild beim entsprechenden Druckwert als Grundlage herangezogen werden.

Die Erzeugung eines Standbilds bzw. der automatischen Auswertung kann bei mehreren vorgegebenen Druckwerten wiederholt werden. Die Bedienperson muss in diesem Fall an der der zu untersuchenden Gewebestruktur entsprechenden Stelle lediglich den Messkopf aufsetzen, die Anpresskraft langsam, z. B. während einiger Sekunden, manuell steigern und dann wieder senken. Anschliessend werden die bei den vorgegebenen Druckwerten erzeugten Standbilder angezeigt und die Bestimmung der Abmessungen kann durchgeführt werden.

Eine mögliche Definition für einen Wert zum elastischen Zustand der Gewebestruktur ist die so genannte "CP-Score", definiert wie folgt:

$$CP = 100 - 100 \cdot \frac{D_1 - D_2}{D_1} [\%] = 100 \frac{D_1}{D_2} [\%],$$

wobei  $D_1$  eine Ausdehnung des Kompartiments bei einem ersten, tieferen Druck  $p_1$  und  $D_2$  eine Ausdehnung des Kompartiments entlang derselben Linie in Richtung der

Krafteinwirkung bei einem zweiten, höheren Druck  $p_2$  bezeichnet. Werte von  $p_1=10$  mmHg und  $p_2=80$  mmHg haben sich dabei als geeignet für die Untersuchung von Kompartimenten herausgestellt, die vom Kompartmentsyndrom betroffen sein können.

- 5 Eine CP-Score von 0% entspricht einer (theoretischen) vollständigen Komprimierung entlang der erwähnten Linie, also einer hohen Elastizität (bzw. geringen Steifigkeit). Eine CP-Score von 100% entspricht einer fehlenden Komprimierung entlang der erwähnten Linie, also einer geringen (bzw. fehlenden) Elastizität (bzw. einer maximalen Steifigkeit).

- 10 Grundsätzlich wäre der Vergleich eines komprimierten Zustands mit einem unkomprimierten Zustand (also bei fehlender Anpresskraft) von Interesse. Weil aber zur Gewinnung eines nutzbaren Ultraschallbildes ein gewisser Minimaldruck der Ultraschallsonde auf die Körperoberfläche notwendig ist, wird hier ein geringer unterer Druck vorgeschlagen.

- 15 Die CP-Scores zu verschiedenen Zeitpunkten stellen wertvolle Basisinformationen zur Diagnose des Kompartmentsyndroms dar. Ihr Absolutwert kann mit Schwellenwerten verglichen werden, und/oder es wird der zeitliche Verlauf, insbesondere der zeitliche Gradient der CP-Score betrachtet, um Aussagen zu treffen. Aufgrund der Definition als Verhältniszahl können systematische Fehler von vornherein eliminiert werden.

- 20 Zur Charakterisierung anderer Gewebestrukturen sind modifizierte CP-Scores möglich, bei denen die Bestimmung der Abmessungen z. B. bei anderen vorgegebenen Druckwerten stattfindet. Ebenso kann das Mass generalisiert werden, um Messungen bei mehr als zwei Druckwerten zu berücksichtigen.

- 25 Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere zur Gewinnung von Informationen zum elastischen Zustand von Kompartimenten dienen. Derartige Informationen sind im Hinblick auf die Erkennung von kompartimentbezogenen Krankheitszeichen sehr wertvoll. Das Verfahren kann insbesondere Basisinformationen für die Diagnose des Kompartmentsyndroms (bzw. Logensyndroms) liefern. Nebst Informationen zum elastischen Zustand, wozu insbesondere die genannten Werte zum elastischen Zustand der Gewebestruktur gehören, können weitere Messdaten, z. B. zum Blut-Sauerstoffgehalt im Bereich der untersuchten Gewebestruktur, ebenfalls erhoben und mit verarbeitet werden.

Bei der entsprechend zu untersuchenden Körperregion handelt es sich somit beispielsweise um eine Körperregion, in der ein Kompartmentsyndrom auftreten kann. Dazu zählen unter anderem die Unterarm- und die Unterschenkelregion und das Abdomen. Das Verfahren ist aber auch in anderen gefährdeten Körperregionen und im Zusammenhang mit anderen

5 Krankheitsbildern anwendbar.

Bevorzugt werden mit den vorverarbeiteten ersten Bilddaten und den ersten Identifikationsdaten Zeitinformationen an den Server zur Ablage übermittelt.

Die Zeitinformationen werden auf dem Server mit den Bilddaten und den Identifikationsdaten verknüpft. Nebst den erwähnten Informationen können weitere Daten

10 an den Server zur Ablage übermittelt werden, z. B. Messparameter oder Identifikationsdaten in Bezug auf die durchführende Person der Messung.

Mit Vorteil wird ein medizinisch relevanter Zeitpunkt, insbesondere ein Zeitpunkt einer traumatischen Einwirkung, erfasst und an den Server zur Ablage übermittelt.

Falls bei Symptomen, die durch eine traumatische Einwirkung ausgelöst werden, z. B. einem

15 akuten Kompartmentsyndrom, Informationen über typische Verläufe bekannt sind, kann es von grossem Nutzen sein, wenn der Zeitpunkt der traumatischen Einwirkung bekannt ist und bei der diagnostischen Beurteilung einbezogen wird. Der Zeitpunkt der traumatischen Einwirkung stellt deshalb eine wichtige weitere Basisinformation für eine nachfolgende Diagnose dar.

20 Wenn bereits Messdaten vorliegen, können diese unter Berücksichtigung des erfassten Zeitpunkts der traumatischen Einwirkung mit den typischen Verläufen abgeglichen werden. Aus diesem Abgleich kann beispielsweise ein entsprechendes verbessertes Mass zur Charakterisierung des Zustands der Gewebestruktur generiert werden.

Bei einem drohenden, aber noch nicht diagnostizierten akuten Kompartmentsyndrom kann

25 die Berücksichtigung der traumatischen Einwirkung eine sicherere oder frühere Erkennung einer auf das akute Kompartmentsyndrom hin führende Entwicklung bzw. eines harmlosen Verlaufs ermöglichen. Beim chronischen Kompartmentsyndrom kann allenfalls zum Zweck der Analyse der erste Zeitpunkt des Auftretens von Schmerz während sportlicher Aktivität

oder im Rahmen standardmässiger Untersuchungsprotokolle der traumatischen Einwirkung gleichgesetzt werden.

Unter Berücksichtigung des erfassten medizinisch relevanten Zeitpunkts kann zudem auch eine Empfehlung für einen Zeitpunkt des Aufnehmens der zweiten Messdaten generiert  
5 werden.

So gibt es im Rahmen typischer Verläufe Zeiträume, in denen eine zeitlich engmaschige Untersuchung angezeigt ist, während in anderen Zeiträumen häufige Untersuchungen wenig Erkenntnisgewinn bringen. Mit Hilfe der generierten Empfehlungen kann somit sichergestellt werden, dass benötigte Informationen frühzeitig erfasst werden, wobei gleichzeitig  
10 unnötiger Aufwand und unnötige Belastungen des Patienten vermieden werden.

Bevorzugt wird vor dem Aufnehmen der ersten Messdaten die zu untersuchende Körperregion mit einer individuellen Markierung versehen. Diese Markierung wird mittels einer ersten Lesevorrichtung gelesen, und die ersten Identifikationsdaten werden anhand der gelesenen Markierung erzeugt. Vor dem Abrufen der abgelegten Bilddaten wird die  
15 Markierung mit einer zweiten Lesevorrichtung erneut gelesen, und die zweiten Identifikationsdaten werden anhand der gelesenen Markierung erzeugt.

Die Markierung stellt die korrekte Zuordnung mehrerer, zeitlich versetzt erfasster Messdaten zu demselben Patienten bzw. zu derselben Körperregion sicher. Sie kann generell die zu untersuchende Körperregion, z. B. ein Körperteil, bezeichnen. In diesem Fall  
20 erfolgt die nachfolgende Untersuchung anhand weiterer Angaben, z. B. physiologischer Informationen. Die Markierung kann aber auch unmittelbar am Ort der vorzunehmenden Untersuchung platziert werden, so dass die zu untersuchende Stelle unmittelbar gekennzeichnet ist.

Die Markierung kann universell eindeutig sein, z. B. indem sie eine zentral vergebene, eindeutige Identifikationsnummer umfasst. Es genügt aber eine statistische Eindeutigkeit,  
25 so dass sich einzelne Patienten bzw. zu untersuchende Körperteile an einem Behandlungsort (z. B. einem Krankenhaus) mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit unterscheiden lassen, gegebenenfalls auch unter Rückgriff auf weitere Informationen.

Die Identifikationsinformationen, z. B. eine Nummer oder eine alphanumerische Zeichenkette, entspricht insbesondere dem Inhalt oder einem Teil des Inhalts der Markierung. Je nach Markierung kann es sich aber auch beispielsweise um Bilddaten handeln.

- 5 Bei der ersten Lesevorrichtung und der zweiten Lesevorrichtung kann es sich um zwei Geräte handeln oder um dasselbe Gerät, z. B. davon abhängig, ob der Patient bei den zeitlich beabstandeten Untersuchungen am selben Ort und/oder von derselben Person untersucht wird.

- Entsprechend kann ein bestimmter Patient gestützt auf die individuelle Markierung  
10 mehrfach mit denselben Einrichtungen oder mit verschiedenen Einrichtungen untersucht werden, ohne dass die Bedienpersonen manuell eine Zuordnung vornehmen müssen.

Bevorzugt wird zum Versehen der zu untersuchenden Körperregion mit der individuellen Markierung ein Tag mit einer eindeutigen Identifikation an der Körperregion angebracht, insbesondere aufgeklebt.

- 15 Der Tag kann insbesondere optisch lesbare Informationen (z. B. einen Barcode oder Dot-Matrixcode) und/oder elektrisch lesbare Informationen (z. B. mit RFID-Technologie) umfassen.

- Als Alternative zu einem solchen Tag ist es auch möglich, die Körperregion z. B. mit Hilfe eines Stempels oder einem "zufälligen" Filzstiftmuster zu markieren. Ebenso ist es möglich,  
20 die mehrfache Identifikation mit Hilfe optischer Aufnahmen des Gesichts des Patienten (Gesichtserkennung) oder allenfalls der Körperregion selbst durchzuführen, wobei sich aber Fragen in Bezug auf die Anonymisierung der Daten ergeben. Ebenso ist es möglich, weitere biometrische Merkmale (z. B. Fingerabdrücke) des Patienten heranzuziehen.

- Bevorzugt sind die erste Lesevorrichtung und die zweite Lesevorrichtung optische  
25 Lesevorrichtungen, insbesondere Kameras.

Die Lesevorrichtung kann in einen Messkopf zur Aufnahme der ersten bzw. zweiten Messdaten, z. B. einen Ultraschallkopf, integriert sein. Sie kann aber auch in das erste bzw.

lokale Endgerät integriert sein, oder es handelt sich um eigenständige Geräte. Anstelle von Kameras können dedizierte Lesevorrichtungen zum Erfassen von standardisierten Codes, z. B. Barcodes oder Dot-Matrix-Codes eingesetzt werden.

Bei weiteren Ausführungsformen umfassen die erste Lesevorrichtung und die zweite  
5 Lesevorrichtungen Transponder zum Zusammenwirken mit RFID-Transpondern in einer entsprechenden Etikette. In diesem Fall lassen sich die Leseeinrichtungen besonders einfach in die Messköpfe integrieren.

Bei der Lesevorrichtung kann es sich grundsätzlich auch um eine Tastatur oder einen Touchscreen handeln. Sofern die individuelle Markierung optisch unmittelbar erfassbare  
10 Informationen wie Zahlen oder Zeichenketten umfasst, insbesondere zusätzlich zu maschinenlesbaren Informationen, können diese von einer Bedienperson gelesen und eingetippt werden. Das Vorhandensein maschinenlesbarer Informationen ist dennoch von Vorteil, weil so insbesondere das Risiko von Fehlerfassungen minimiert werden kann.

Statt basierend auf einer individuellen Markierung an der zu untersuchenden Körperregion  
15 können die Identifikationsdaten auch anhand anderer Informationen oder Unterlagen gewonnen werden, z. B. durch das Einlesen oder Abtippen von Informationen an einem Armband, auf einer an einer anderen Körperregion angebrachten Etikette oder auf einer Patientenakte oder einem Patientenblatt.

Ein System zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens umfasst:

- 20 a. eine Messeinrichtung zum nichtinvasiven Aufnehmen von Messdaten einer zu untersuchenden Körperregion in einem Messvorgang;
- b. mindestens ein lokales Endgerät mit einer Anzeigevorrichtung; und
- c. einen Server zur Ablage und zur Weitergabe von empfangenen Daten;
- wobei
- 25 - das mindestens eine lokale Endgerät und der Server zum gegenseitigen Austausch von Daten eingerichtet sind;

- das mindestens eine lokale Endgerät zum Empfang von Messdaten von der Messeinrichtung und zum Generieren und Anzeigen von Bilddaten aus den empfangenen Messdaten eingerichtet ist;
- das mindestens eine lokale Endgerät zum Übermitteln von Identifikationsdaten und der Bilddaten an den Server eingerichtet ist; und
- das mindestens eine lokale Endgerät zum Abrufen von abgelegten Bilddaten vom Server anhand von an den Server übermittelten Identifikationsdaten und zum Anzeigen dieser abgerufenen Bilddaten während eines Messvorgangs eingerichtet ist.

Im Rahmen der Untersuchung eines Patienten kann im zeitlichen Verlauf stets dasselbe Endgerät eingesetzt werden, oder es werden verschiedene Geräte eingesetzt. Jedes der Geräte ist aber in der Lage, je nach Bedarf erste Messdaten und zweite Messdaten zu erzeugen. Bevorzugt wird automatisch – anhand der Identifikationsdaten erkannt, ob bereits abgelegte Bilddaten vorhanden sind und ob diese abgerufen und angezeigt werden sollen. Dazu werden beispielsweise die Identifikationsdaten stets an den Server übermittelt und dieser liefert dann entweder die abgelegten Bilddaten und/oder eine Information über das Vorhandensein früherer Messungen bzw. Bilddaten zurück.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems umfasst weiter mindestens eine Lesevorrichtung zum Lesen einer individuellen Markierung auf der zu untersuchenden Körperregion und zum Erzeugen von entsprechenden Markierungsdaten, wobei das mindestens eine lokale Endgerät zum Empfang der Markierungsdaten von der Lesevorrichtung und zum Erzeugen der Identifikationsdaten aus diesen Markierungsdaten eingerichtet ist.

Wiederum kann im zeitlichen Verlauf stets dieselbe Lesevorrichtung eingesetzt werden, oder es werden verschiedene Vorrichtungen eingesetzt.

Ein Computerprogramm, das geeignet ist, ein lokales Endgerät des erfindungsgemässen Systems zu steuern, umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die folgenden Schritte auszuführen:

- a. Empfangen von ersten Messdaten von einer Messeinrichtung sowie Generieren und Anzeigen von ersten Bilddaten aus den empfangenen ersten Messdaten auf einer Anzeigevorrichtung;
- b. Übermitteln von Identifikationsdaten und der ersten Bilddaten an einen Server;
- 5 c. Übermitteln von zweiten Identifikationsdaten an den Server;
- d. Empfangen von abgelegten Bilddaten vom Server anhand der übermittelten zweiten Identifikationsdaten;
- e. Anzeigen der empfangenen Bilddaten auf der Anzeigevorrichtung;
- f. Empfangen von zweiten Messdaten von der Messeinrichtung sowie Generieren und
- 10 Anzeigen von zweiten Bilddaten aus den empfangenen zweiten Messdaten auf der Anzeigevorrichtung.

Bei einer bevorzugten Variante umfasst das Computerprogramm weiter Befehle, um folgende Schritte zur Ausführung zu bringen:

- Empfangen von ersten Markierungsdaten von einer Lesevorrichtung und Erzeugen der
- 15 ersten Identifikationsdaten aus den ersten Markierungsdaten;
- Empfangen von zweiten Markierungsdaten von der Lesevorrichtung und Erzeugen der zweiten Identifikationsdaten aus den zweiten Markierungsdaten.

Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der

20 Erfindung.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:

- |           |                                                                                                             |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fig. 1    | Eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems;         |
| 25 Fig. 2 | eine schematische Darstellung des Datenaustauschs bei der Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens; und |



Fig. 3-18 Darstellungen der Benutzeroberfläche des Endgeräts des erfindungsgemässen Systems, bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## 5 Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Figur 1 ist eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Systems. Das System umfasst einen Server 10. Es handelt sich dabei um ein gängiges Rechnersystem, das für den Serverbetrieb geeignet ist. Es umfasst unter anderem eine zentrale Recheneinheit 12, sowie eine Datenbank 14 und eine Kommunikationsschnittstelle 16, die mit der zentralen Recheneinheit 12 verbunden sind. Das Rechnersystem ist an ein Datennetz, insbesondere das Internet, angebunden und gegen missbräuchliche Zugriffe lokal und von aussen mit gängigen Massnahmen geschützt. Die Datenbank 14 bzw. die Speicherung der entsprechenden Daten kann lokal beim Server 10 oder in einer Cloud realisiert sein.

Der Server 10 kommuniziert mit mehreren lokalen Endgeräten 100.1, 100.2. Diese sind insbesondere als Tablets ausgebildet und umfassen unter anderem eine Kommunikationsschnittstelle 102.1, 102.2, einen Touchscreen 104.1, 104.2 und eine Kamera 106.1, 106.2. Die Kommunikation mit dem Server 10 erfolgt über die Kommunikationsschnittstelle 102.1, 102.2 über eine (z. B. mit TLS) gesicherte Internetverbindung. Um sicherzustellen, dass die beim Server 10 eintreffenden Daten von einem lokalen Endgerät 100.1, 100.2 stammen, werden insbesondere validierte Zertifikate eingesetzt.

Die Verbindung zwischen den lokalen Endgeräten 100.1, 100.2 und dem Server 10 kann direkt erfolgen, oder es ist in der Nähe des lokalen Endgeräts 100.1, 100.2 ein Gateway-Server angeordnet, mit dem das lokale Endgerät kommuniziert. Dieser wiederum kommuniziert dann mit dem Server 10. Das lokale Endgerät 100.1, 100.2 ist insbesondere drahtlos mit dem Datennetz bzw. dem Gateway-Server verbunden, insbesondere über WLAN, eine Mobilfunkverbindung oder Bluetooth.

Ebenfalls zum System gehören Messköpfe 110.1, 110.2. Diese sind über ein Kabel 112.1, 112.2 mit einem jeweiligen lokalen Endgerät 100.1, 100.2 verbunden. Über das Kabel 112.1, 112.2 wird der Messkopf 110.1, 110.2 mit elektrischer Energie versorgt, zudem erfolgt über dieses der Datenaustausch mit dem lokalen Endgerät 100.1, 100.2. Alternativ  
5 sind auch Ausführungsformen möglich, bei denen der Messkopf einen lokalen Energiespeicher, insbesondere eine aufladbare Batterie, umfasst und die Datenkommunikation mit dem lokalen Endgerät drahtlos erfolgt, beispielsweise über eine Bluetooth-Verbindung.

Jeder der Messköpfe 110.1, 110.2 umfasst beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine  
10 Ultraschall-Messeinheit und eine Druckmesseinheit, wie z. B. in der EP 3 716 842 A1 (Veinpress GmbH) beschrieben, d. h. es lassen sich Ultraschalldaten zur Bildgebung erzeugen und während der Aufnahme der Ultraschalldaten kann gleichzeitig der Anpressdruck zwischen dem Messkopf 110.1, 110.2 auf die Körperoberfläche bestimmt und ausgegeben werden. Im vorliegenden Fall beträgt die Ultraschallfrequenz ca. 10 MHz,  
15 wodurch sich eine Auflösung von ca. 0.07 mm ergibt. Die benötigte Eindringtiefe beträgt 5-10 cm. Die Bestimmung des Anpressdrucks erfolgt über eine Kraftmessung, z. B. mit Hilfe eines (MEMS-)Dehnungsmessstreifens, einer kapazitiven Messzelle oder einer Piezo-Messzelle. Der Messbereich beträgt beispielsweise 0 – 100 mmHg. Gefordert wird eine Messgenauigkeit von 2-5% ab einem Minimaldruck von 5 mmHg.

20 Die entsprechenden Messdaten werden vom Messkopf 110.1, 110.2 in Echtzeit und miteinander zeitsynchronisiert an das jeweilige lokale Endgerät 100.1, 100.2 übermittelt. Idealerweise erfolgt die Übermittlung (und Darstellung) der Messdaten mit einer Frequenz von 20 Bildern/s oder mehr, so dass sich für die Bedienpersonen eine kontinuierliche Darstellung ergibt.

25 Wie nachfolgend erklärt, werden auf dem lokalen Endgerät 100.1, 100.2, gesteuert durch entsprechende Software, insbesondere die folgenden Funktionalitäten bereitgestellt:

- Führung des Benutzers durch eine entsprechende Benutzeroberfläche (GUI);
- Erfassen und Verarbeiten von Eingaben des Benutzers;

- Aufnehmen von Fotos und Ermitteln von Identifikationsdaten anhand der aufgenommenen Fotos;
- Stromversorgung des Messkopfs;
- Steuerung des Messkopfs 110.1, 110.2;
- 5 - Empfang und Verarbeitung der vom Messkopf 110.1, 110.2 empfangenen Ultraschalldaten;
- Empfang und Verarbeitung der vom Messkopf 110.1, 110.2 empfangenen Druckdaten;
- Darstellung von Verarbeitungsergebnissen, einschliesslich Ultraschallbildern und  
10 Druckangaben; und
- bidirektionale Kommunikation mit dem Server 10.

Im Rahmen des erfindungsgemässen Systems werden selbstklebende Tags 120 eingesetzt. Sie umfassen einen Dot-Matrix-Code, z. B. einen QR-Code und lassen sich zur Markierung einer Körperregion auf die Hautoberfläche in diesem Bereich aufkleben. Der verwendete  
15 Klebstoff ist so gewählt, dass die Tags 120 während mehrerer Stunden bis Tage auf der Hautoberfläche verbleiben. Gleichzeitig werden Hautirritationen möglichst vermieden und die Tags 120 lassen sich im Wesentlichen schmerzfrei entfernen, sobald sie nicht mehr benötigt werden. Für jede Körperregion werden mehrere Tags 120 mit demselben Code bereitgestellt. Einer der Tags 120 wird wie erwähnt auf die Körperregion aufgeklebt, ein  
20 weiterer kann beispielsweise in eine Patientenakte eingeklebt werden.

Das vorliegende Ausführungsbeispiel wird anhand einer Anwendung erläutert, bei der das vordere Kompartiment im linken Unterschenkel 1 eines Patienten im Hinblick auf ein mögliches Kompartmentsyndrom (Logensyndrom) untersucht werden soll.

Die Figur 2 ist eine schematische Darstellung des Datenaustauschs bei der Ausführung des  
25 erfindungsgemässen Verfahrens. Dargestellt sind die wichtigsten Dateneingaben und -übermittlungen zwischen dem Messkopf 110, dem lokalen Endgerät 100, einer lokalen Gateway 20 und dem Server 10 entlang einer Zeitachse 30, beginnend mit einer traumatischen Einwirkung (Zeitpunkt 31). Die lokale Gateway 20 dient hier lediglich zur

Weitergabe von Daten, die vom Server 10 empfangen werden, an das lokale Endgerät 100 (das eines von mehreren lokalen Endgeräten sein kann) bzw. umgekehrt zur Weitergabe von Daten, die vom lokalen Endgerät 100 empfangen werden, an den Server 10. Die Gateway-Funktion ist im Folgenden deshalb nicht weiter erwähnt. Wie bereits angemerkt, kann das System auch ohne Gateway 20 ausgeführt werden; in diesem Fall erfolgt die Kommunikation direkt zwischen dem lokalen Endgerät 100 und dem Server 10.

Generell werden die erfassten Daten zunächst auf dem lokalen Endgerät 100 zwischengespeichert. Sobald eine Verbindung zum Server 10 besteht, werden sie auf dem Server (bzw. dem entsprechenden Clouddienst) gespeichert. Auf dem lokalen Endgerät 100 werden die Daten automatisch gelöscht, in der Regel 2 Wochen nach dem letzten Zugriff. In Ausnahmefällen, wenn der lokale Speicher nicht mehr ausreicht, werden die Daten vor Ablauf dieser Zeitspanne gelöscht, beginnend mit den ältesten. Bei Bedarf werden die Daten vom Server zurückgeholt.

Auch in der Datenbank bzw. der Cloud bleiben die Daten für eine vorgegebene – längere – Zeitdauer gespeichert, sofern sie nicht manuell, auf Aufforderung einer berechtigten Person, gelöscht werden.

Die in der Datenbank bzw. in der Cloud gespeicherten Daten umfassen insbesondere zu jeder durchgeführten Messung folgende Informationen:

- Zeit;
- 20 - ID der Messung;
- ID des Tags (Patient/Körperregion);
- Position des verwendeten lokalen Endgeräts (über GPS oder IP-Adresse);
- Bilddaten zweier Bilder bei unterschiedlichen Druckwerten;
- Kalibrierungs- und Messparameter;
- 25 - Ergebniswerte (z. B. CP-Score, siehe unten).

Die Figuren 3-18 sind Darstellungen der Benutzeroberfläche des Endgeräts des erfindungsgemässen Systems, bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens.

Es ist zu beachten, dass nicht sämtliche Schritte bildlich dargestellt sind, sondern nur die wesentlichsten.

Die Benutzeroberfläche wird auf dem Touchscreen 104.1, 104.2 des lokalen Endgeräts 100.1, 100.2 dargestellt. Dieser dient auch für Benutzereingaben, die in an sich bekannter  
5 Weise durch die Interaktion eines oder mehrerer Finger des Benutzers und/oder eines Stifts mit der Oberfläche des Touchscreens 104.1, 104.2 erfolgen können. Weitere Eingabemittel, z. B. Tasten, können vorgesehen sein. Der Touchscreen kann dazu eingerichtet sein, druckabhängige Eingaben zu erfassen und/oder ein haptisches Feedback zu liefern. Die Benutzerführung wird durch Farben unterstützt, die Benutzeroberfläche ist in den Figuren 3-  
10 17 aber in Graustufen dargestellt.

Zunächst wird auf die zu untersuchende Körperregion ein Tag 120 aufgeklebt, hier auf den Unterschenkel, unterhalb des Knies (Zeitpunkt 32). Mit Hilfe der Kamera des lokalen Endgeräts 100 wird nun der aufgeklebte Tag erfasst (Fig. 3), und das lokale Endgerät 100 decodiert den entsprechenden Dot-Matrix-Code zur Gewinnung einer eindeutigen  
15 Identifikationszeichenkette (ID-String). Das lokale Endgerät 100 übermittelt diesen ID-String (Daten 201.1, 201.2) an den Server 10 zur Überprüfung, ob bereits Daten vorliegen, die mit diesem ID-String verknüpft sind. Ist dies der Fall, werden die Daten 202.2 vom Server auf das lokale Endgerät übertragen. Ansonsten erfolgt eine Rückmeldung (Daten 202.1), dass noch keine Daten vorhanden sind, und es wird auf dem lokalen Endgerät ein neuer lokaler  
20 Datensatz angelegt, dem der ID-String zugeordnet wird. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass noch keine Daten auf dem Server 10 vorhanden waren, also eine Erstmessung durchgeführt wird.

In einer nächsten Darstellung, gemäss Figur 4, wird der ID-String 151 nun angezeigt. Die Bedienperson wird aufgefordert, Angaben zu der zu untersuchenden Körperregion zu  
25 machen. Vorliegend wählt sie die untersuchte Extremität aus einem schematischen Körperdiagramm 152 aus (hier das linke Bein). Es werden anschliessend die untersuchbaren Kompartimente dieser Extremität in einer Auswahlliste 153 dargestellt, und die Bedienperson wählt hier das entsprechende Kompartiment aus (hier das vordere Kompartiment im Unterschenkel). Durch Drücken einer nun verfügbaren Schaltfläche 154  
30 kann die Bedienperson die Messung starten (Zeitpunkt 33).

Diese erfolgt mit Hilfe des Messkopfs 110, wobei die vom Messkopf 110 erzeugten Bilddaten und Druckdaten in Echtzeit an das lokale Endgerät 100 übertragen werden (Daten 203.1, 203.2). Das lokale Endgerät 100 prüft nun, ob ein Messkopf 110 mit ihm korrekt gekoppelt ist. Ist dies nicht der Fall, wird eine Aufforderung ausgegeben, einen Messkopf  
5 anzuschliessen bzw. diesen zu überprüfen. Sobald der Messkopf 110 vorhanden ist, wird die Bedienperson aufgefordert, diesen auf die zu untersuchende Körperstelle aufzulegen. Sobald Ultraschalldaten erfasst werden, die zur Bildgebung verwendbar sind, wird das Ultraschallbild 155 in der Benutzeroberfläche dargestellt (Fig. 5). Beim Ultraschallbild 155 handelt es sich um das übliche zweidimensionale B-Bild. Die Bedienperson hat in der  
10 entsprechenden Darstellung zudem die Möglichkeit, die Eindringtiefe und damit auch die Tiefe des dargestellten Bildes (Depth) mit Hilfe eines Reglers 156 sowie die Gesamtverstärkung (Gain) über einen weiteren Regler 157 einzustellen. Die Bedienperson wird zudem nun aufgefordert, den Anpressdruck unter 10 mmHg zu senken, um den eigentlichen Messprozess zu starten. Der Anpressdruck ist jeweils auf einer Skala 158  
15 dargestellt, die am rechten Bildrand von oben nach unten verläuft. Im Ultraschallbild 155 sind zudem eine zentrale Linie 159 entlang der Haupte Erfassungsrichtung des Ultraschall-Messkopfs und am linken Bildrand eine Tiefenskala 160 dargestellt.

Die Bedienperson lokalisiert somit die zu untersuchende Stelle und reduziert dann den Anpressdruck. Sobald der Anpressdruck unter 10 mmHg reduziert wurde, was in der Fig. 6  
20 dargestellt ist, beginnt die Messung. Die Bedienperson erhöht jetzt sukzessive den Anpressdruck, wobei die Erhöhung in einem zeitlichen Rahmen von ca. 1-3 s erfolgen soll. Sobald der Druck 10 mmHg entspricht, wird eine erste Aufnahme automatisch gespeichert und in einem entsprechenden Bildfenster 161 auf der linken Seite der Benutzeroberfläche dargestellt (Fig. 7). Die Bedienperson erhöht den Anpressdruck weiter. Sobald der Druck 80  
25 mmHg entspricht, wird eine zweite Aufnahme automatisch gespeichert und in einem weiteren Bildfenster 162 unterhalb des ersten Bildfensters 161 dargestellt (Fig. 8). Nun ist der Messprozess abgeschlossen, was der Bedienperson in der Benutzeroberfläche bestätigt wird.

Die Werte des unteren Anpressdrucks und des oberen Anpressdrucks können über das  
30 lokale Endgerät bei Bedarf manuell geändert werden. Es ist auch möglich, im System für

unterschiedliche Kompartimente unterschiedliche Wertkombinationen vorzugeben, um die elastischen Eigenschaften bestmöglich zu erfassen.

Als nächstes werden die beiden Aufnahmen nebeneinander in der Benutzeroberfläche dargestellt: Ein linkes Bildfenster 163 zeigt die Aufnahme beim Anpressdruck von 10 mmHg, ein rechtes Bildfenster 164 zeigt die Aufnahme beim Anpressdruck von 80 mmHg. Der Benutzer kann nun durch Betätigen einer entsprechenden Schaltfläche 165, 166 ("Set distance") eines der Bildfenster 163, 164 zum Markieren einer Distanz auswählen (Fig. 9).

In der Fig. 10 ist dargestellt, wie die Distanz im linken Bildfenster 163 markiert wird: Eine Linie 170 entlang der zentralen Linie 159 ist mit zwei Fadenkreuzen 171, 172 versehen. Diese lassen sich über den Touchscreen nach oben (zur Körperoberfläche hin) bzw. nach unten (von der Körperoberfläche weg) entlang der zentralen Linie 159 bewegen, bis ihr Ort der Begrenzung des zu untersuchenden Kompartiments entspricht. Die Distanz zwischen den beiden Fadenkreuzen 171, 172 wird in einer Anzeigefläche 173 dargestellt, hier 26.1 mm. Derselbe Vorgang wird für die zweite Aufnahme im rechten Bildfenster 164 wiederholt. Dort ergibt sich für die Situation bei einem Anpressdruck von 80 mmHg eine Distanz von noch 22.1 mm (vgl. Fig. 11).

Die Positionierung der Fadenkreuze erfolgt pixelgenau, was eine Genauigkeit von ca. 0.1 mm bedeutet, entsprechend i. W. der Auflösung des Ultraschallbildes. Die Positionierung kann durch zusätzliche Anzeigen und/oder Bedienelemente unterstützt werden, insbesondere durch einen Linienverlauf, der die geeignet gemittelte Bildhelligkeit entlang der zentralen Linie 159 repräsentiert und oder Schaltflächen, mit denen sich die Fadenkreuzposition schrittweise um jeweils ein Pixel nach oben bzw. unten verschieben lässt. Je nach den gestellten Anforderungen, der verfügbaren Auflösung und dem darzustellenden Bildbereich kann auch eine Zoom-Funktion nützlich sein, mit der das Gebiet im Bereich eines Fadenkreuzes vergrößert dargestellt werden kann.

Gestützt auf die Distanzen wird nun die so genannte "CP-Score" wie folgt berechnet:

$$CP = 100 - 100 \cdot \frac{D_1 - D_2}{D_1} [\%],$$

wobei  $D_1$  die Ausdehnung des Kompartiments entlang der zentralen Linie 159 beim tieferen Druck von 10 mmHg und  $D_2$  die Ausdehnung des Kompartiments entlang derselben Linie beim höheren Druck von 80 mmHg bezeichnet. Dieser Wert 175 wird nun in der Benutzeroberfläche dargestellt (Fig. 12). Die Bedienperson kann nun wählen, ob sie den Vorgang abschliessen und die Daten speichern möchte (Schaltfläche 176) oder ob der Vorgang wiederholt werden soll (Schaltfläche 177).

Falls der Vorgang abgeschlossen werden soll, erhält die Bedienperson Gelegenheit, weitere Angaben zur Anamnese zur Speicherung auf dem Server zu erfassen. Dazu wird die Benutzeroberfläche gemäss Fig. 13 dargestellt, in der folgendes auf einfache und systematische Weise erfasst werden kann:

- erstes Wahlelement 178: Art der traumatischen Verletzung (offene Wunde, Prellung, Fraktur);
- zweites Wahlelement 179: Ergebnis einer Palpation (weich, elastisch, fest);
- drittes Wahlelement 180: allgemeiner Gesundheitszustand (Skala von 1-10);
- Schaltfläche 181: Angabe, dass der Patient nicht ansprechbar ist;
- viertes Wahlelement 182: Angaben zur Medikation.

Die Bedienperson hat die Möglichkeit, die erfassten Angaben zu speichern (Schaltfläche 183) oder diesen Schritt ganz zu überspringen ("Skip") (Schaltfläche 184).

Die Messung wird nun in einer Übersichtsdarstellung gemäss Fig. 14 dargestellt. Der Wert 175 für die CP-Score wird dabei durch einen Datenpunkt in einem Liniendiagramm 185 repräsentiert, ergänzt durch eine Datums- und Zeitangabe 186. Weitere Angaben zur Anamnese finden sich ebenfalls in dieser Darstellung. Ausgehend von dieser Darstellung hat die Bedienperson die Möglichkeit, einen neuen Tag mit der Messung (bzw. der Messreihe) zu verknüpfen (Schaltfläche 187), die Daten zu exportieren (Schaltfläche 188) oder eine weitere Messung vorzunehmen (Schaltfläche 189).

Die Bedienoberfläche zur Verknüpfung eines neuen Tags ist in der Figur 15 dargestellt. Der frühere Tag kann dabei durch Scannen dieses Tags (z. B. in der Patientenakte) oder durch Eingabe der entsprechenden Tag-Nummer erfasst werden.



Die vollständigen Daten 204.1, 204.2 der Messung wie oben aufgeführt werden nach deren Abschluss an den Server 10 übertragen.

Weitere Messungen an derselben Stelle, zu späteren Zeitpunkten 34, 35, erfolgen analog zur ersten Messung, mit demselben oder einem anderen Endgerät. Nach dem Scannen des  
5 Tags werden die Informationen vom Server zurückgeholt. Ausnahmsweise, wenn dasselbe Endgerät benutzt wird wie bei der vorangehenden Messung an dieser Körperstelle und wenn keine Verbindung zum Server aufgebaut werden kann, werden die lokal auf dem Endgerät gespeicherten Informationen genutzt. Die Erfassung der Ultraschallbilder bei den vorgegebenen Druckwerten wird dadurch unterstützt, dass eines der Bilder eines früheren  
10 Messvorgangs auf dem Touchscreen des lokalen Endgeräts als Referenz angezeigt wird, inklusive zentraler Linie und Messstrecke (Fadenkreuze), siehe Figur 16 mit der Darstellung eines Bildes des früheren Messvorgangs links und der Darstellung der aktuellen Ansicht rechts. Die Bedienperson kann so einfach und präzise die Position der aktuellen Messung mit der Position bei einer früheren Messung in Übereinstimmung bringen.

15 Nach Vornahme mehrerer Messungen präsentiert sich die Übersichtsdarstellung wie in der Fig. 17 dargestellt: Mehrere Datenpunkte im Liniendiagramm 185 repräsentieren die CP-Scores mehrerer Messungen M1-M5. Sie sind durch eine Linie verbunden, zudem sind die Messungen (mit Ausnahme der ersten) durch eine Trendangabe 190 ergänzt, welche sich durch einen Vergleich der jeweiligen Messung mit der vorangehenden Messung ergibt. Eine  
20 mögliche Verschlechterung des Zustandes des Kompartiments, entsprechend einer Steigerung der CP-Score, wird dabei durch einen ausgefüllten Pfeil hervorgehoben. Der Verlauf des CP-Scores kann somit auf einen Blick intuitiv erfasst werden.

Mit demselben lokalen Endgerät können versetzt und/oder hintereinander mehrere Kompartimente und/oder Patienten untersucht werden, so dass im Endgerät und im Server  
25 letztlich Messungen verschiedener Personen vorliegen. Diese lassen sich auf dem Endgerät in einer Liste gemäss Fig. 18 darstellen, wobei hier jeweils die CP-Score der aktuellsten Messung, versehen mit einer Trendangabe dargestellt ist. Nähere Informationen zum entsprechenden Kompartiment erhält die Bedienperson durch Auswahl der entsprechenden Zeile.

Das lokale Endgerät und die entsprechende Software sind nicht zwingend erforderlich, um auf die in der Datenbank 14 des Servers 10 gespeicherten Informationen zuzugreifen. Dies ist – mit entsprechenden Berechtigungen – auch über eine gesicherte Web-Schnittstelle oder eine Programmierschnittstelle (API) möglich. Über die API lassen sich Daten  
5 automatisch in ein elektronisches Patientendossier überführen. Es kann auch möglich sein, die in der Datenbank 14 gespeicherten Informationen über eine API zu ergänzen.

Die Web-Schnittstelle ermöglicht diverse Operationen im Zusammenhang mit den gespeicherten Daten, insbesondere:

- Anzeigen der Daten in verschiedenen Darstellungsformaten;
- 10 - Exportieren der Daten in verschiedenen Exportformaten;
- Wiederholen der Distanzmessungen zur Bestimmung der CP-Score;
- manuelles Löschen abgelegter Daten;
- Verwalten von Benutzern und Geräten;
- Abrechnungsfunktionen;
- 15 - Erzeugen und Ausgeben von Nutzungsstatistiken;
- Verwalten und Aufspielen von Software- und Firmware-Updates;
- Konsultieren von Tutorials;
- Erhalt von Benutzerunterstützung.

Dabei können einige dieser Funktionalitäten allenfalls nur über eine besondere  
20 Administrator-Schnittstelle bzw. mit entsprechenden Zugriffsberechtigungen genutzt werden.

Zugriffe auf den Server, unabhängig ob sie auf einem lokalen Endgerät, über eine Web- oder eine Programmierschnittstelle erfolgen, können in einem elektronischen Logbuch festgehalten werden. Die entsprechenden Einträge können z. B. den Nutzer, das Endgerät,  
25 den Zeitpunkt und/oder den betrachteten Datensatz enthalten. Das Logbuch kann insbesondere auf dem Server gespeichert werden. Gestützt auf das Logbuch können z. B. Statistiken erstellt oder fallspezifische Abklärungen durchgeführt werden.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So lassen sich u. a. zusätzliche Daten erfassen und verarbeiten, z. B. Daten zum Zeitpunkt einer traumatischen Einwirkung oder andere Informationen zur Anamnese oder Foto- bzw. Videodaten zur Dokumentation des Untersuchungsvorgangs.

- 5 Die Aufteilung der Erfassungs-, Verarbeitungs- und Ausgabefunktionen auf die verschiedenen Systemkomponenten kann anders gewählt werden. Beispielsweise kann der Tag mit einer im Messkopf angeordneten Leseinrichtung oder Kamera erfasst werden statt mit der Kamera des lokalen Endgeräts.

- Spezifische Eigenschaften und Betriebsparameter der Komponenten des Messkopfs können  
10 je nach Anwendung unterschiedlich gewählt werden, dies betrifft z. B. die Auflösung und Eindringtiefe des Ultraschallsystems und den zu erfassenden Druckbereich der Druckmesseinrichtung.

- Wie oben beschrieben, lassen sich etliche Verfahrensschritte automatisieren oder mit Hilfe automatischer Prozesse unterstützen. In diesem Zusammenhang beschreibt der Artikel von  
15 A. Crimi et al. "Automatic Measurement of Venous Pressure Using B-Mode Ultrasound", IEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. X, No. X, Juli 2015 Verfahren zur Erkennung von Gewebestrukturen (konkret Venen) und zur Bestimmung ihres Innendrucks durch ein mittels variabler äusserer Einwirkkräfte bewirktes Kollabieren derselben. Insbesondere in dieser Druckschrift erwähnte Bildverarbeitungs- und Bilderkennungsverfahren lassen sich  
20 auch im Rahmen der vorliegenden Erfindung einsetzen.

- Ebenfalls wie oben beschrieben kann die wiederholte Identifikation des Patienten auf andere Art und Weise erfolgen, z. B. anhand eines anderen maschinenlesbaren oder nicht-maschinenlesbaren Datenträgers, der im Bereich der zu untersuchenden Körperregion oder ausserhalb dieser Körperregion am Patienten angeordnet oder unabhängig von diesem  
25 bereitgestellt ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Erfindung ein Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur schafft, welches gestützt auf mehrere, zeitlich versetzte Untersuchungen verbesserte Basisinformationen für diagnostische Zwecke bereitstellt.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur nichtinvasiven Erfassung einer zeitlichen Entwicklung eines Zustands einer Gewebestruktur mit folgenden Schritten:
  - a. nichtinvasives Aufnehmen von ersten Messdaten einer zu untersuchenden Körperregion und Generieren von ersten Bilddaten aus den aufgenommenen Messdaten;  
5
  - b. lokale Vorverarbeitung der ersten Bilddaten mit Hilfe eines ersten lokalen Endgeräts;
  - c. Übermitteln der vorverarbeiteten ersten Bilddaten und erster Identifikationsdaten vom ersten lokalen Endgerät an einen Server zur Ablage;  
10
  - d. zu einem späteren Zeitpunkt Abrufen von abgelegten Bilddaten vom Server mit einem zweiten lokalen Endgerät, anhand zweiter Identifikationsdaten;
  - e. Anzeigen der zurückgeholten Bilddaten auf dem zweiten lokalen Endgerät;
  - f. nichtinvasives Aufnehmen zweiter Messdaten der Körperregion zum Generieren von zweiten Bilddaten.  
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufnehmen der zweiten Messdaten die zweiten Bilddaten in Echtzeit auf dem zweiten lokalen Endgerät angezeigt werden, insbesondere gleichzeitig mit den zurückgeholten Bilddaten.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das non-invasive Aufnehmen der ersten Messdaten einen sonografischen Messvorgang umfasst.  
20
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die vorverarbeiteten ersten Bilddaten auf dem lokalen Endgerät dargestellt werden und weitere erste Messdaten gestützt auf die Darstellung aufnehmbar sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das non-invasive Aufnehmen der ersten Messdaten eine Messung einer Anpresskraft umfasst.  
25

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Gewinnung von Informationen zu einem elastischen Zustand der Gewebestruktur eine Bestimmung von Abmessungen sowohl in den ersten Bilddaten als auch in den zweiten Bilddaten bei jeweils mindestens zwei unterschiedlichen Anpresskräften vorgenommen wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Abmessungen ein manueller Markiervorgang auf den dargestellten ersten Bilddaten und zweiten Bilddaten durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterstützung des manuellen Markiervorgangs eine Darstellung eines Intensitätsverlaufs der ersten bzw.  
10 zweiten Bilddaten entlang einer Linie angezeigt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vorschlag für im Rahmen des Markiervorgangs vorzunehmende Markierungen anhand der ersten bzw. zweiten Bilddaten automatisch erzeugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abmessungen  
15 automatisch auf Basis der ersten Bilddaten bzw. zweiten Bilddaten bestimmt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass aus den bestimmten Abmessungen bei den unterschiedlichen Anpresskräften basierend auf den ersten Messdaten ein erster Wert zum elastischen Zustand der Gewebestruktur und basierend auf den zweiten Messdaten ein zweiter Wert zum elastischen Zustand der  
20 Gewebestruktur bestimmt wird, wobei der erste Wert und der zweite Wert ein Mass für eine Verformbarkeit der Gewebestruktur darstellen.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mit den vorverarbeiteten ersten Bilddaten und den ersten Identifikationsdaten Zeitinformationen an den Server zur Ablage übermittelt werden.
- 25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein medizinisch relevanter Zeitpunkt, insbesondere ein Zeitpunkt einer traumatischen Einwirkung, erfasst und an den Server zur Ablage übermittelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine Empfehlung für einen Zeitpunkt des Aufnehmens der zweiten Messdaten generiert wird, wobei der erfasste medizinisch relevante Zeitpunkt für das Generieren der Empfehlung berücksichtigt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem  
5      Aufnehmen der ersten Messdaten die zu untersuchende Körperregion mit einer individuellen Markierung versehen wird, dass die Markierung mittels einer ersten Lesevorrichtung gelesen und die ersten Identifikationsdaten anhand der gelesenen Markierung erzeugt werden und dass vor dem Abrufen der abgelegten Bilddaten die Markierung mit einer zweiten Lesevorrichtung erneut gelesen wird und die zweiten  
10      Identifikationsdaten anhand der gelesenen Markierung erzeugt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zum Versehen der zu untersuchenden Körperregion mit der individuellen Markierung ein Tag mit einer eindeutigen Identifikation an der Körperregion angebracht, insbesondere aufgeklebt, wird.
- 15      17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Lesevorrichtung und die zweite Lesevorrichtung optische Lesevorrichtungen sind, insbesondere Kameras.
18. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Gewinnung von Informationen zum elastischen Zustand von Kompartimenten.
- 20      19. System zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17, umfassend
- a.      eine Messeinrichtung zum nichtinvasiven Aufnehmen von Messdaten einer zu untersuchenden Körperregion in einem Messvorgang;
  - b.      mindestens ein lokales Endgerät mit einer Anzeigevorrichtung; und
  - 25      c.      einen Server zur Ablage und zur Weitergabe von empfangenen Daten;
- wobei

- das mindestens eine lokale Endgerät und der Server zum gegenseitigen Austausch von Daten eingerichtet sind;
  - das mindestens eine lokale Endgerät zum Empfang von Messdaten von der Messeinrichtung und zum Generieren und Anzeigen von Bilddaten aus den empfangenen Messdaten eingerichtet ist;
  - das mindestens eine lokale Endgerät zum Übermitteln von Identifikationsdaten und der Bilddaten an den Server eingerichtet ist; und
  - das mindestens eine lokale Endgerät zum Abrufen von abgelegten Bilddaten vom Server anhand von an den Server übermittelten Identifikationsdaten und zum Anzeigen dieser abgerufenen Bilddaten während eines Messvorgangs eingerichtet ist.
20. System nach Anspruch 19, weiter umfassend mindestens eine Lesevorrichtung zum Lesen einer individuellen Markierung auf der zu untersuchenden Körperregion und zum Erzeugen von entsprechenden Markierungsdaten, wobei das mindestens eine lokale Endgerät zum Empfang der Markierungsdaten von der Lesevorrichtung und zum Erzeugen der Identifikationsdaten aus diesen Markierungsdaten eingerichtet ist
21. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, die folgenden Schritte auszuführen:
- a. Empfangen von ersten Messdaten von einer Messeinrichtung sowie Generieren und Anzeigen von ersten Bilddaten aus den empfangenen ersten Messdaten auf einer Anzeigevorrichtung;
  - b. Übermitteln von Identifikationsdaten und der ersten Bilddaten an einen Server;
  - c. Übermitteln von zweiten Identifikationsdaten an den Server;
  - d. Empfangen von abgelegten Bilddaten vom Server anhand der übermittelten zweiten Identifikationsdaten;
  - e. Anzeigen der empfangenen Bilddaten auf der Anzeigevorrichtung;

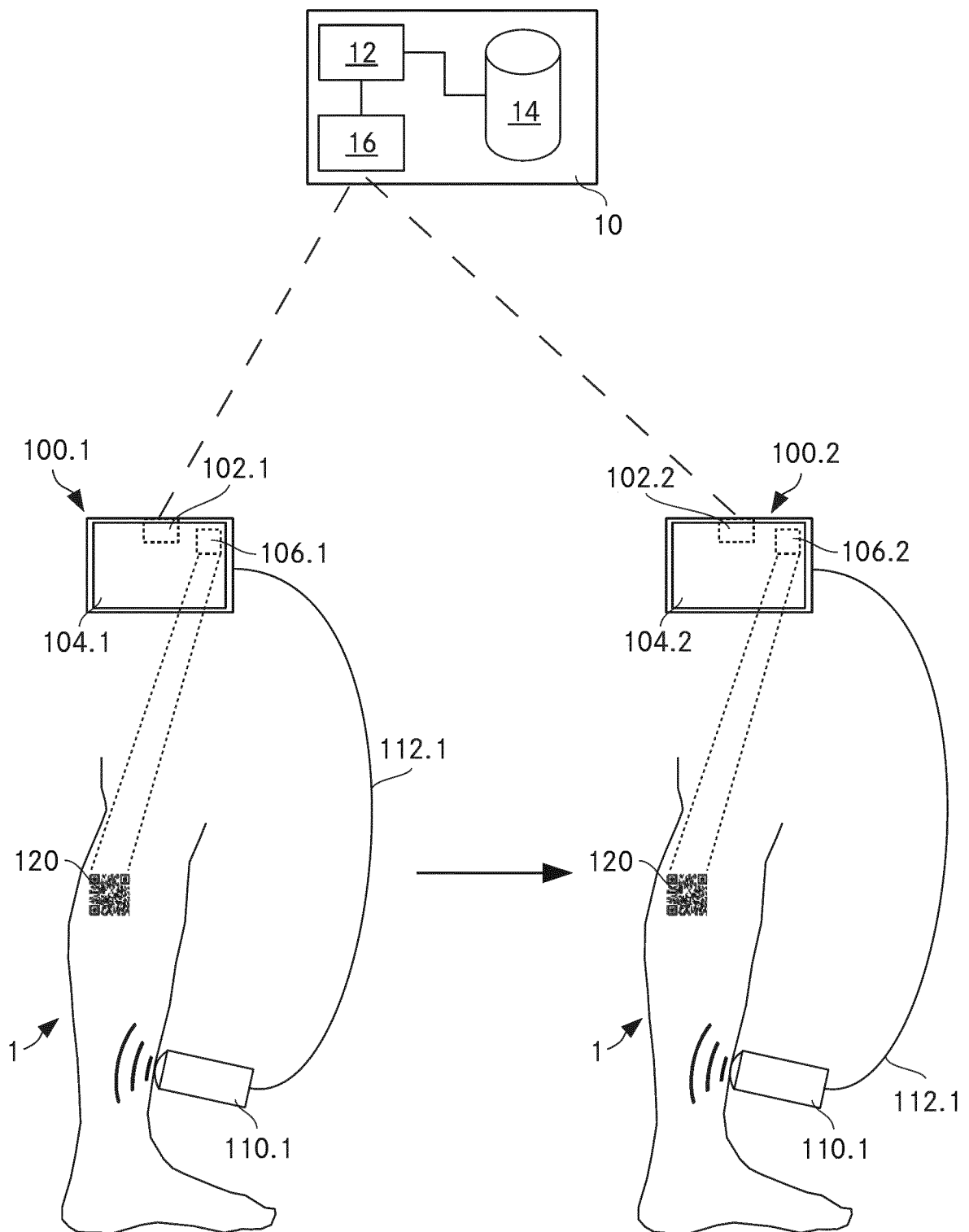
- f. Empfangen von zweiten Messdaten von der Messeinrichtung sowie Generieren und Anzeigen von zweiten Bilddaten aus den empfangenen zweiten Messdaten auf der Anzeigevorrichtung.

22. Computerprogramm nach Anspruch 21, weiter umfassend Befehle, die bei der  
5 Ausführung des Programms durch den Computer diesen veranlassen, die folgenden Schritte auszuführen:

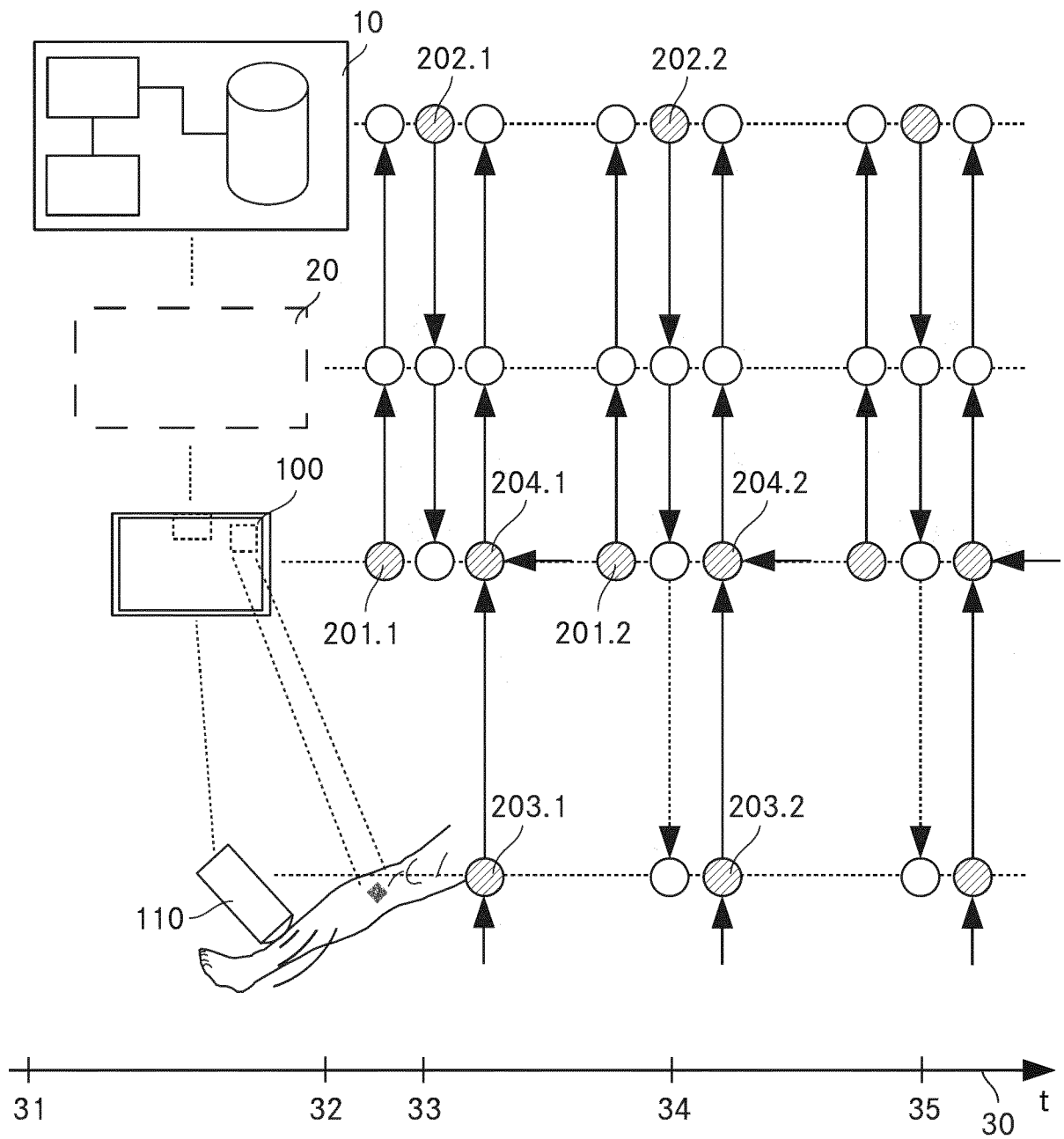
- Empfangen von ersten Markierungsdaten von einer Lesevorrichtung und Erzeugen der ersten Identifikationsdaten aus den ersten Markierungsdaten;
- Empfangen von zweiten Markierungsdaten von der Lesevorrichtung und Erzeugen  
10 der zweiten Identifikationsdaten aus den zweiten Markierungsdaten.

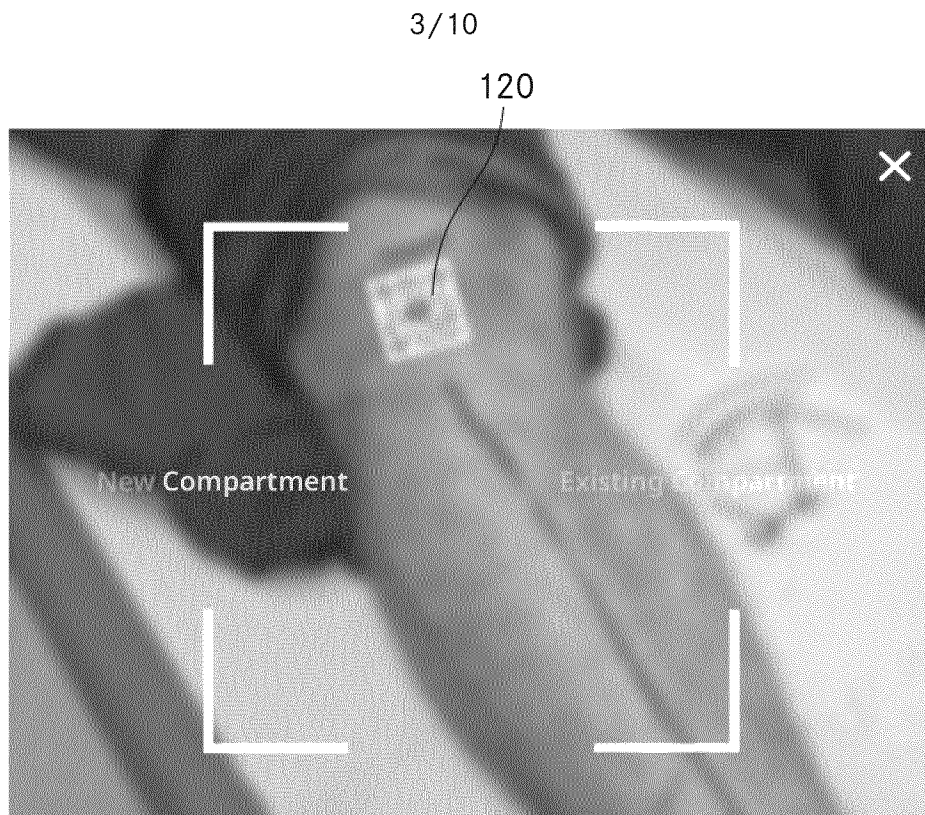
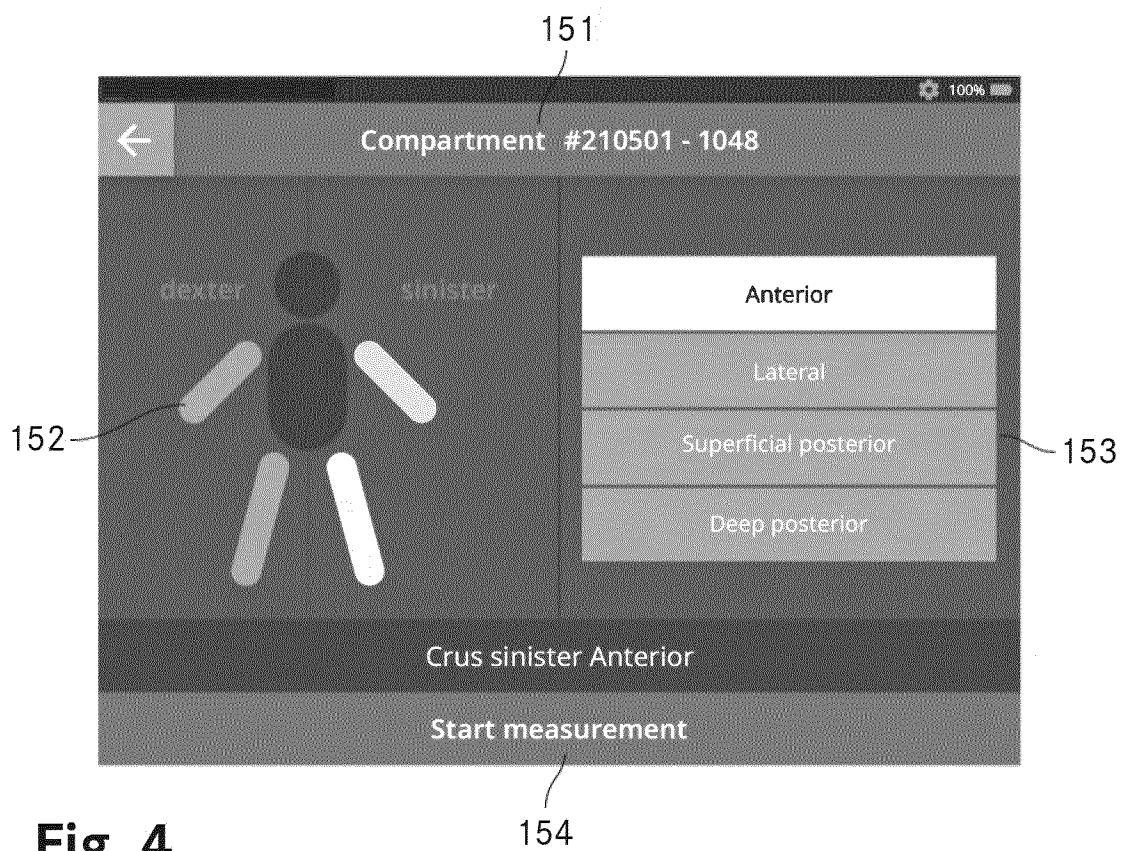


1/10

**Fig. 1**

2/10

**Fig. 2**

**Fig. 3****Fig. 4**

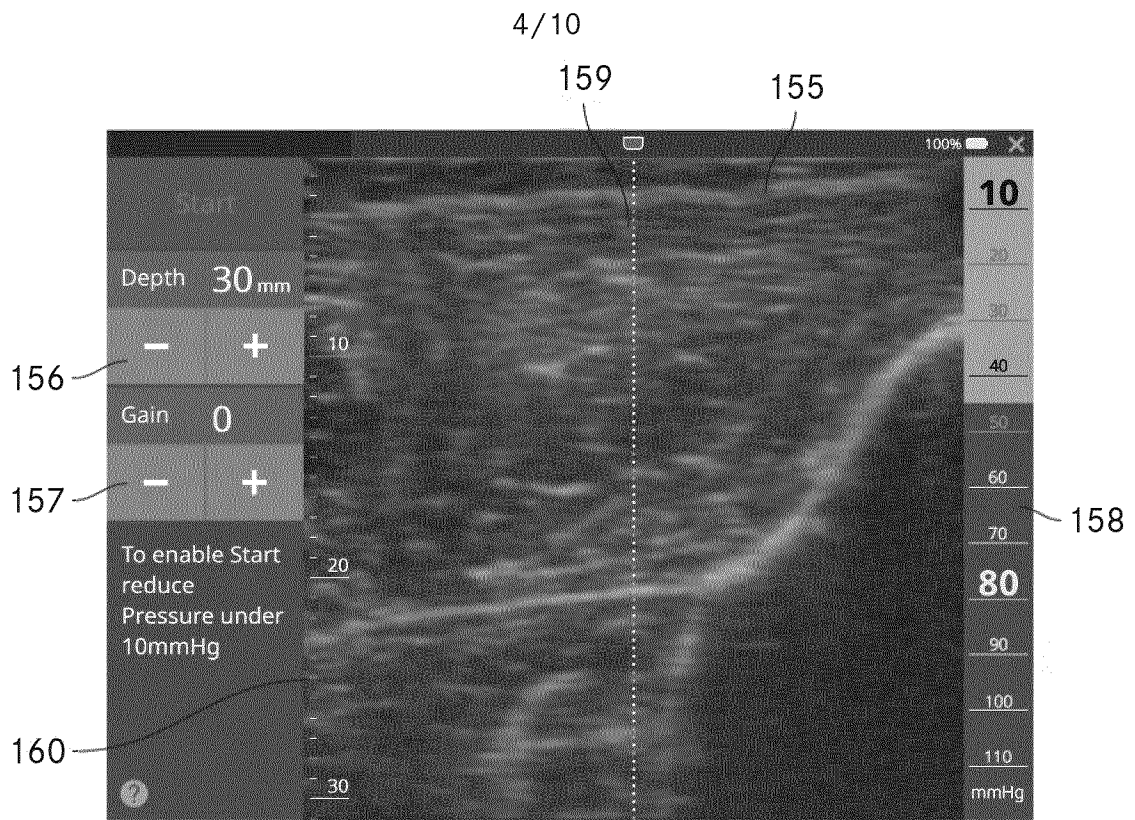


Fig. 5

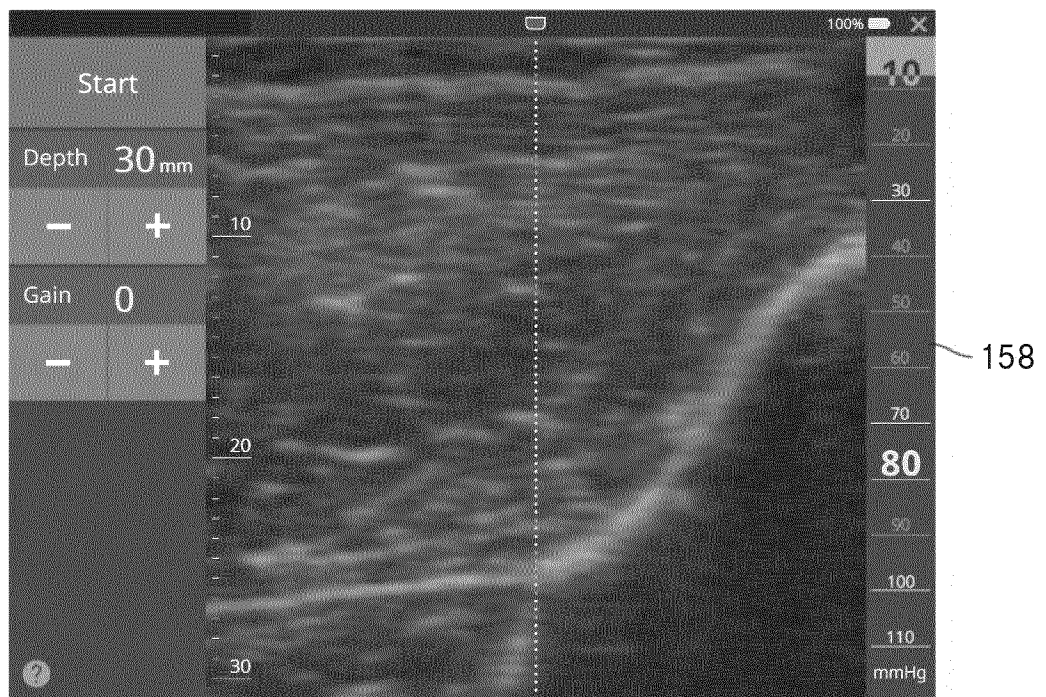


Fig. 6

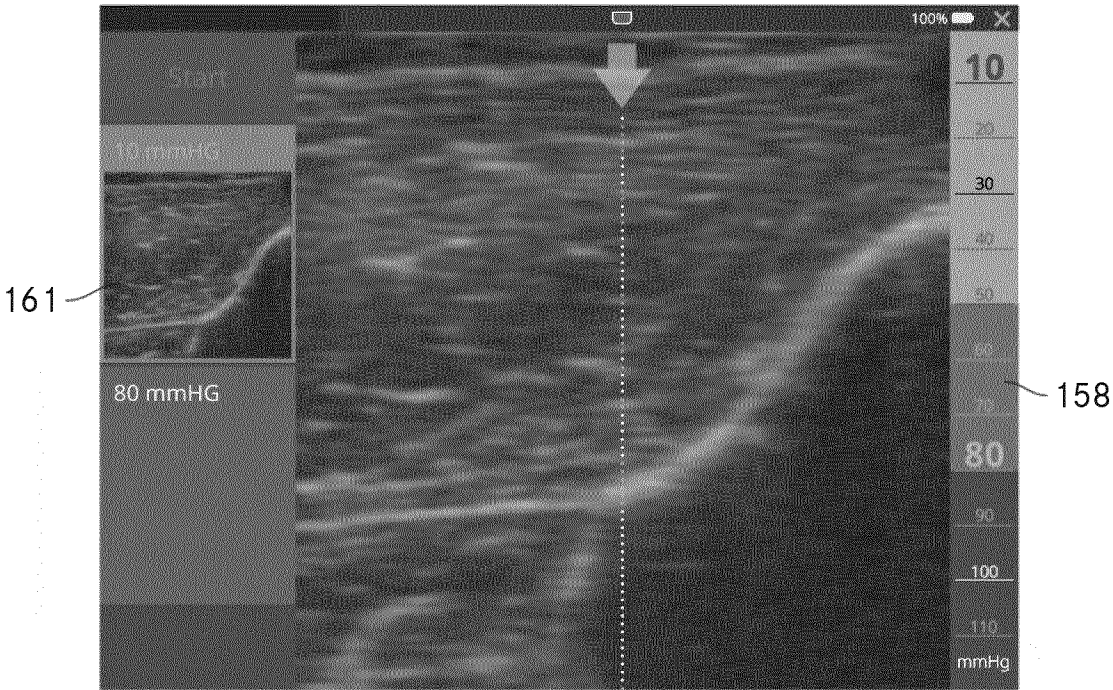


Fig. 7

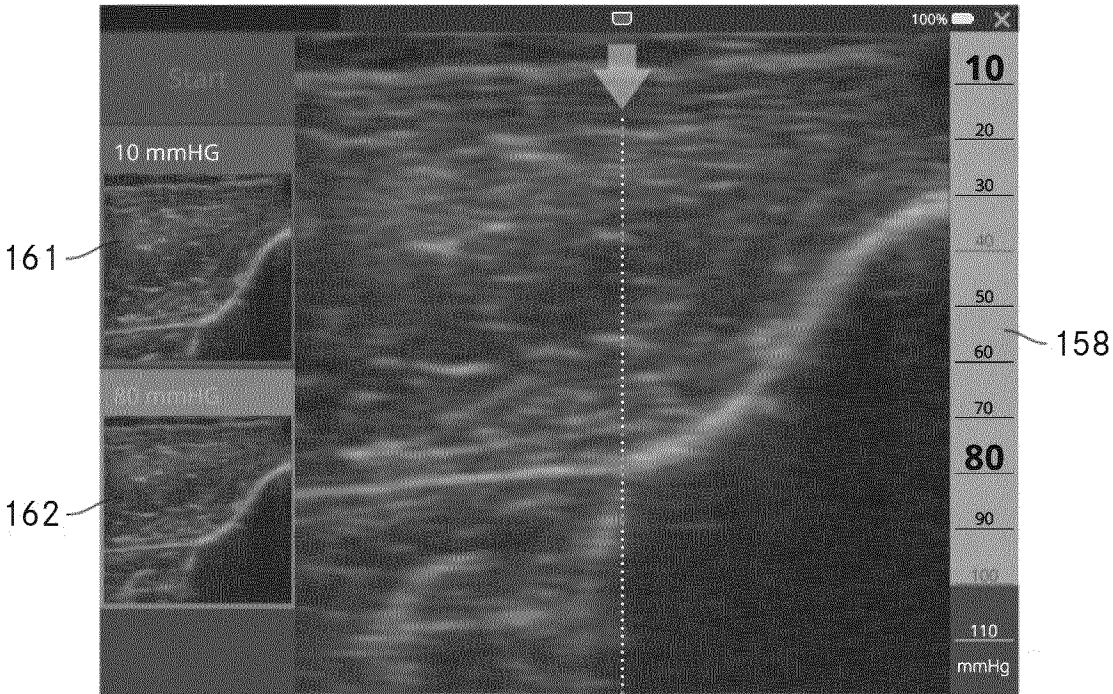
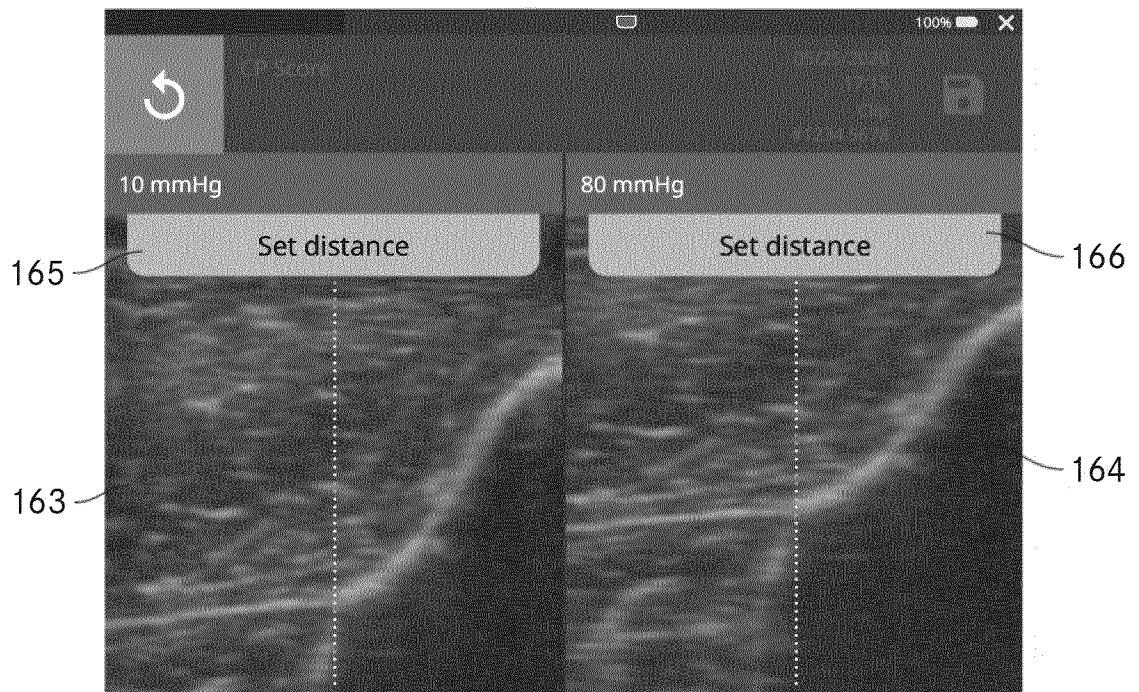


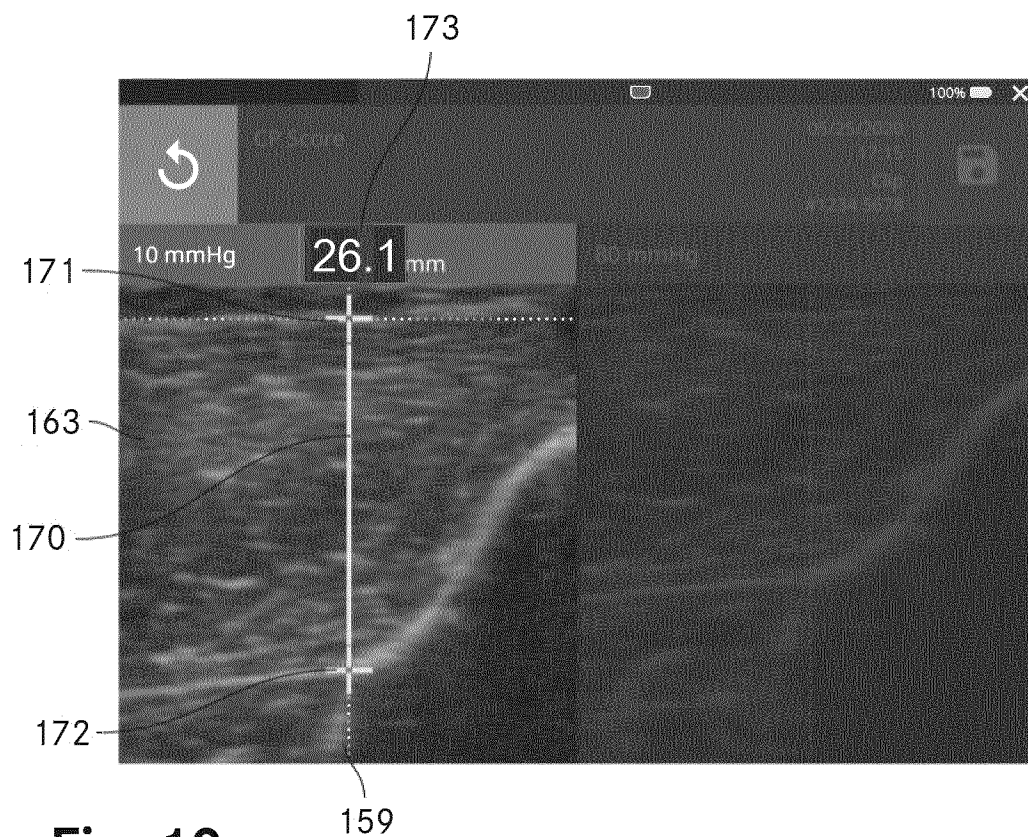
Fig. 8



6/10



**Fig. 9**



**Fig. 10**

7/10

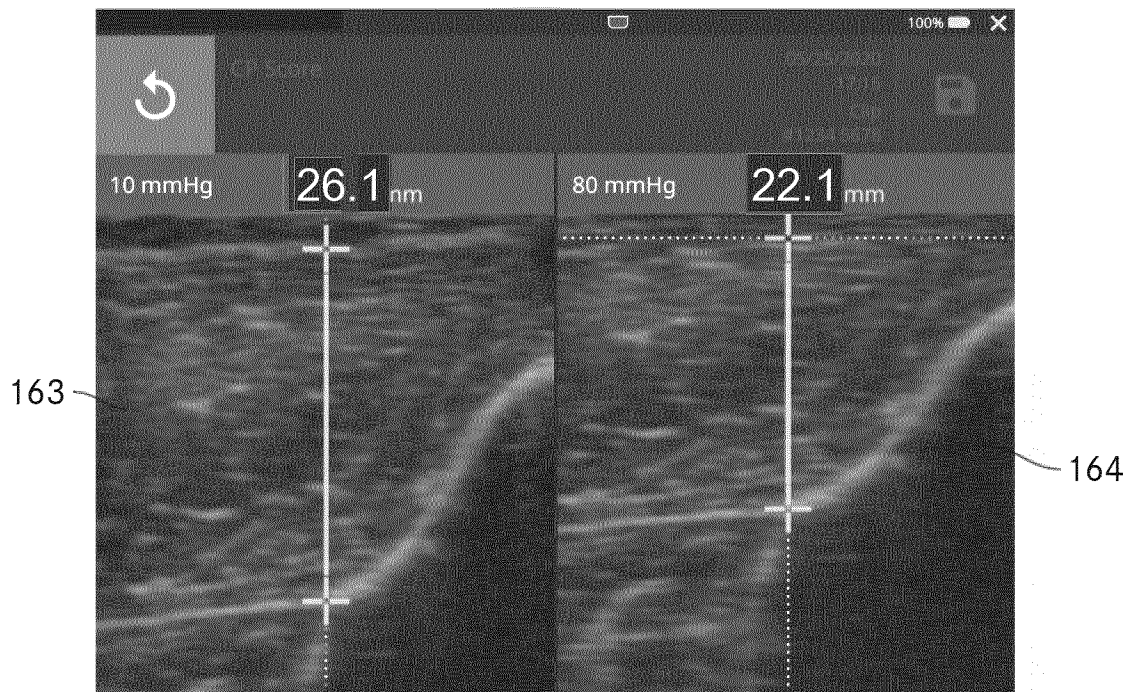


Fig. 11

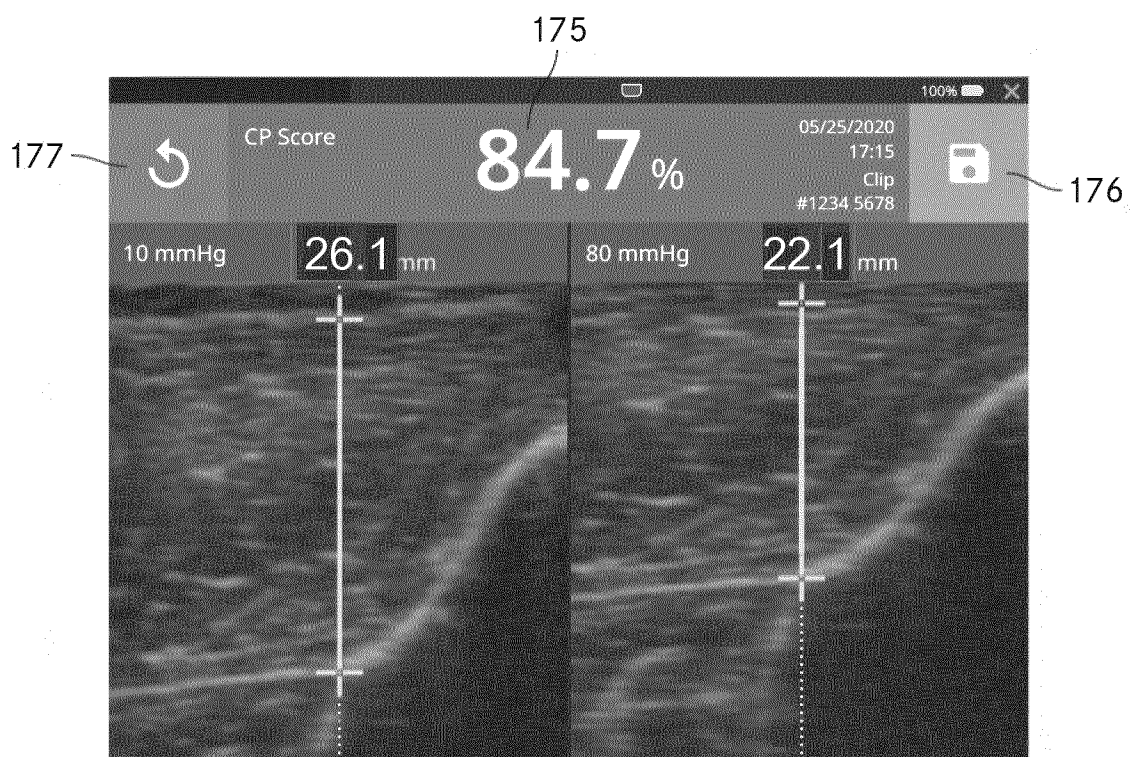
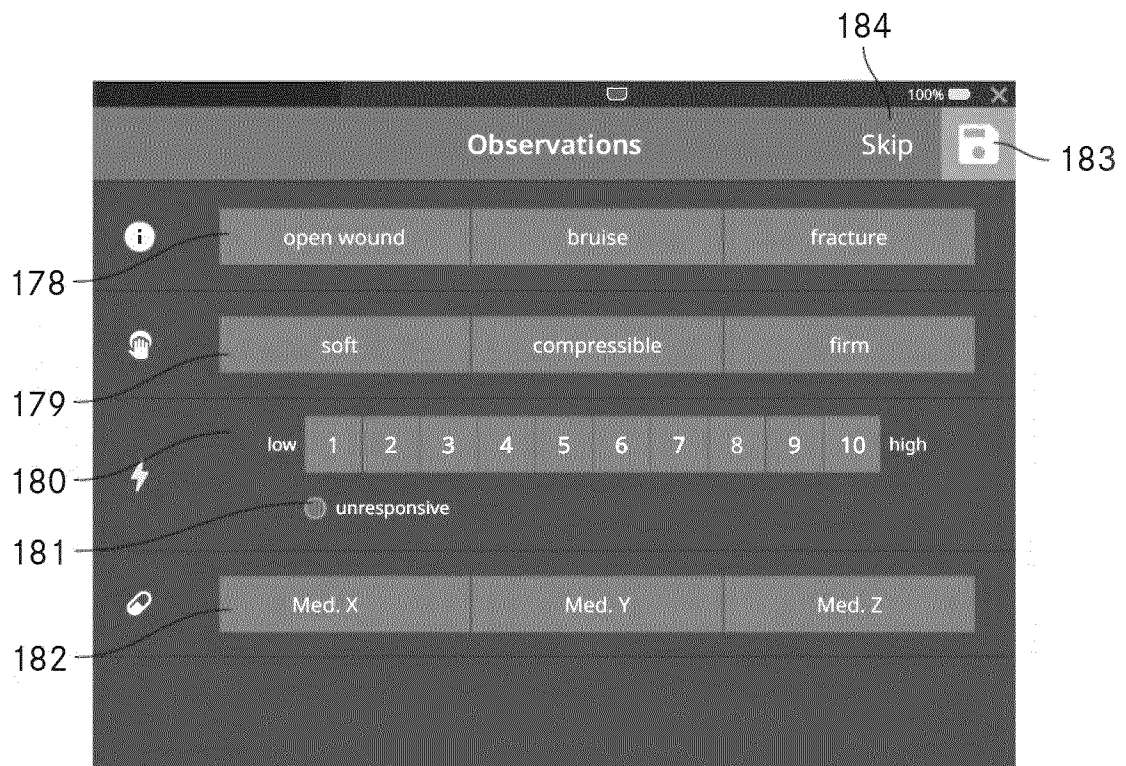
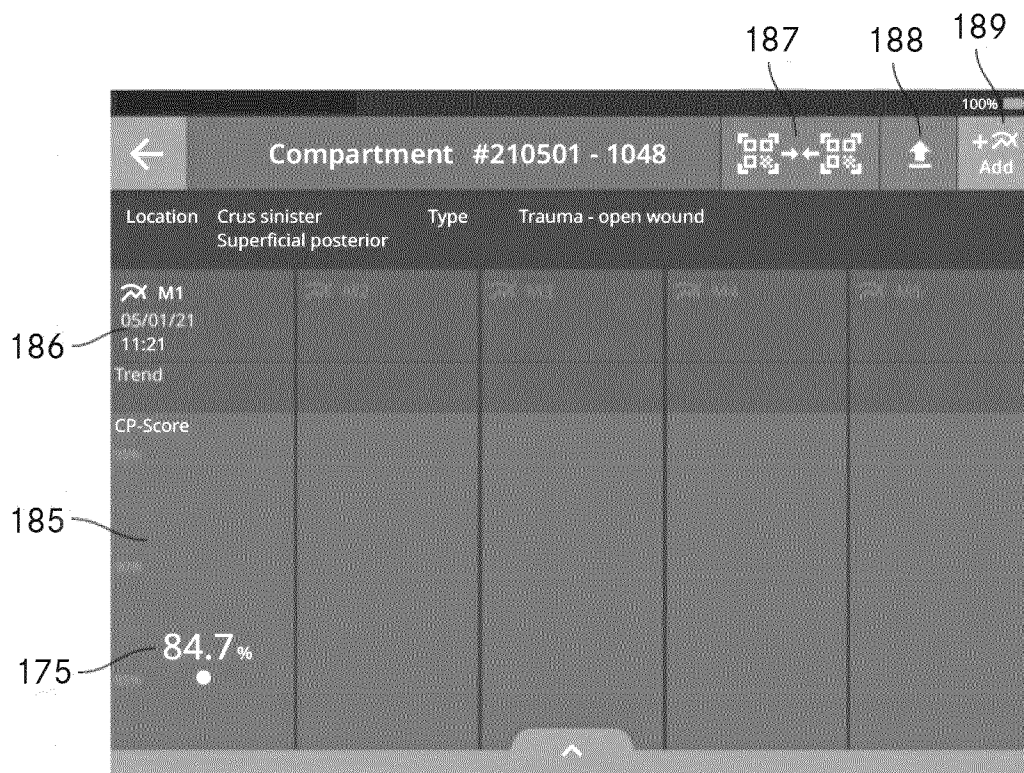


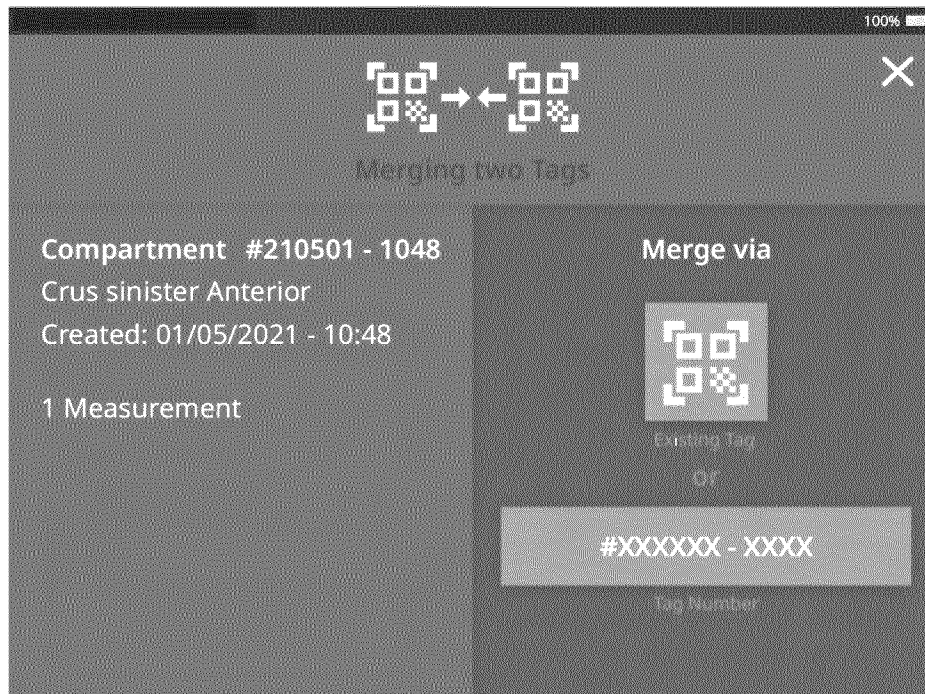
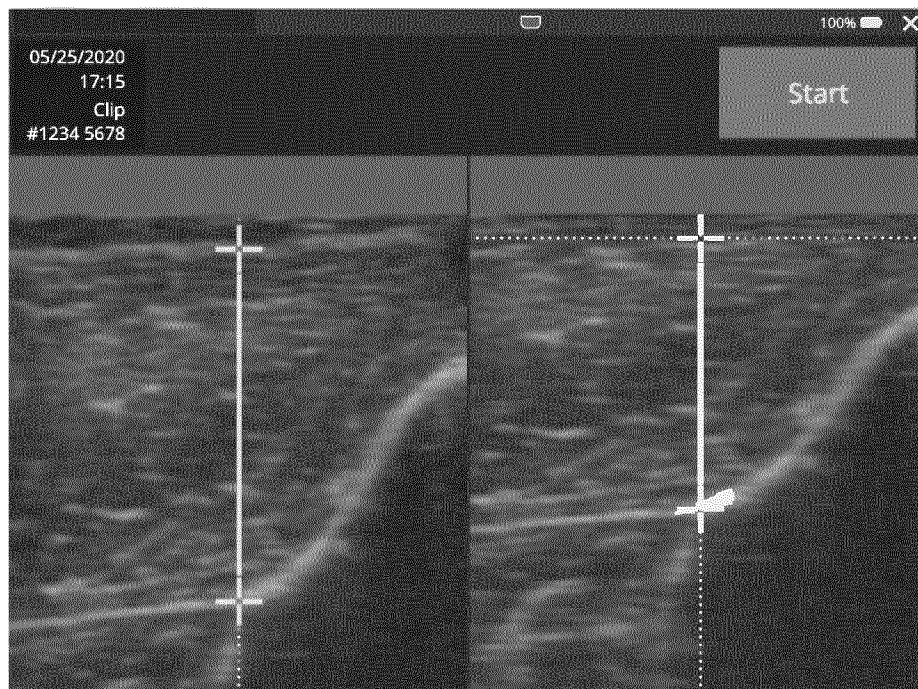
Fig. 12

8/10

**Fig. 13****Fig. 14**



9/10

**Fig. 15****Fig. 16**

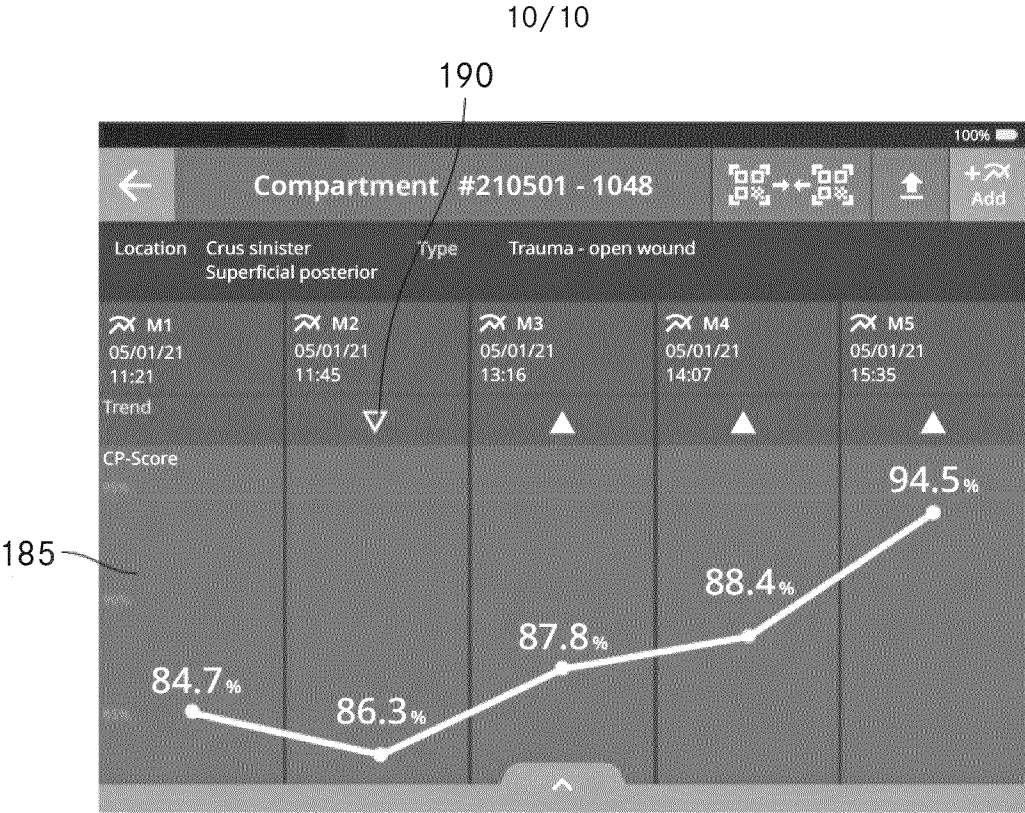


Fig. 17

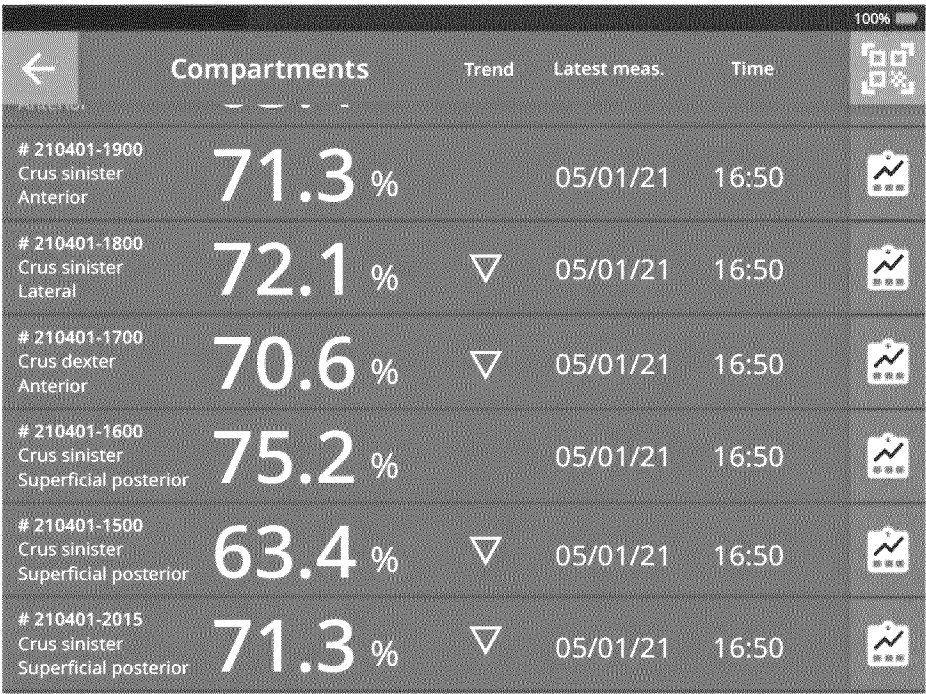


Fig. 18