



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 029 938 A1** 2007.10.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 029 938.8**

(22) Anmeldetag: **29.06.2006**

(43) Offenlegungstag: **11.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 5/103** (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

G01B 11/16 (2006.01)

G01B 21/20 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2006 014 379.5 27.03.2006

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Bausewein, Andreas, Dr., 85416 Langenbach, DE;
Goldbeck, Dirk David, Dr., 81927 München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US2005/02 03 443 A1

US2002/00 24 656 A1

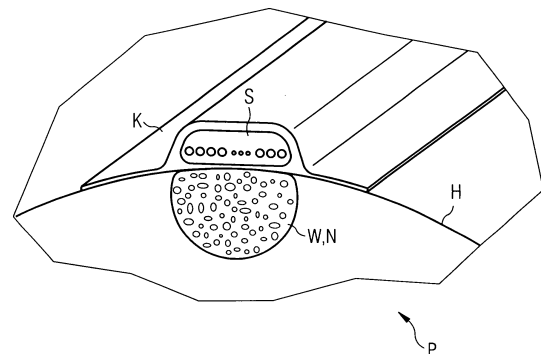
US 36 08 541 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren, Vorrichtung und Verwendung eines faseroptischen Biegesensors zur Erfassung einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule, bei dem/der zumindest ein Biegesensor, insbesondere ein faseroptischer Biegesensor, mit einer im Bereich einer Wirbelsäule liegenden Haut eines Patienten verbunden wird, eine aktuelle Form der Wirbelsäule durch den Biegesensor mittels mehrerer Messwerte gemessen und die gemessenen Messwerte an eine Auswerteeinheit übermittelt werden. Zudem wird bei der Erfindung eine Verwendung des faseroptischen Biegesensors zur Erfassung der Form der Wirbelsäule beansprucht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine Verwendung eines faseroptischen Biegesensors zur Erfassung einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule.

[0002] Schätzungsweise 15 bis 30 Prozent der Menschen leiden unter chronischen oder akuten Rückenschmerzen. Zur Diagnose werden derzeit folgende Methoden eingesetzt:

(a) Röntgen-, Kernspin- und/oder Computertomographiegeräte, die die Wirbelsäule in verschiedenen Projektionen aufnehmen und darstellen.

(b) Spezielle Abtastgeräte, mit denen die Positionen der einzelnen Wirbel bestimmt werden können, beispielsweise mit einer Spine-Check-Mouse, wie aus <http://www.dr-wofff.de> bekannt.

(c) Geräte, die die Rückenform mittels einer Kamera optisch vermessen. Dabei werden Einzelbilder oder eine Bildsequenz von einem optisch projiziertem Vermessungsgitter und/oder von Referenzmarken aufgenommen, die auf den Rücken aufgeklebt werden. Aus den aufgenommenen Bildern wird die Rückenform bestimmt.

(d) Systeme, bei denen an mehreren Stellen der Wirbelsäule Messelemente angebracht werden. Zwischen den Messelementen wird mittels Ultraschallmessung eine relative Position der Messelemente zueinander bestimmt. Dabei kann die Messung über die Luft oder Haut erfolgen. Die Messung ermöglicht eine Erfassung einer Form der Wirbelsäule in verschiedenen Freiheitsgraden. Mit Hilfe einer Analysesoftware wird aus den Ergebnissen der gemessenen relativen Positionen ein ungefährender Verlauf der Wirbelsäule ermittelt. Ein Beispielprodukt für Ultraschalllaufzeitmessung in Luft und drei Messpunkten an der Wirbelsäule ist "Zebris" und für Ultraschalllaufzeitmessung in der Haut ist "SonoSense". Das Produkt "SonoSense" wird von einer Firma "Friendly Sensors", <http://www.friendlysensors.de>, und das Produkt "Zebris" (Zebris CMS20, CMS-HSL, CMS-HS) von einer Firma "Zebris Medical", <http://www.zebris.de>, vertrieben.

[0003] Diese bekannten Methoden zur Diagnose der Wirbelsäule zeigen einige Nachteile auf.

(a) Die Lage der Wirbelsäule wird bei Röntgen-, Kernspin- und/oder Computertomographiegeräten in statischer Haltung eines Patienten aufgenommen, beispielsweise in liegender oder stehender Haltung.

(b) Bei der Aufnahme der Lage der Wirbelsäule mittels Röntgenstrahlen besteht eine nicht unerhebliche Strahlenbelastung für den Patienten.

(c) Bei Einsatz von Kernspin- und/oder Computertomographieaufnahmen zur Vermessung der Lage der Wirbelsäule entstehen nicht unerhebliche

che Kosten.

(d) Bei einer optischen Vermessung der Lage der Wirbelsäule können neben statischen auch dynamische Lageänderungen erfasst werden. Jedoch ist eine derartige Messung, wegen eines stationären Messaufbaus, nur in einem Labor realisierbar, so dass eine dynamische Veränderung der Form der Wirbelsäule im Alltag des Patienten nicht erfassbar ist.

(e) Wird die Wirbelsäule mit bspw. drei oder vier Ultraschallmeselementen vermessen, schränken die relativ großen Elemente die Bewegungsfreiheit des Patienten derart ein, dass nur ein geringes Bewegungsspektrum hiermit bestimmbar ist. Ferner wird die Messung mittels eines stationären Laboraufbaus durchgeführt, so dass diese Messmethodik dynamische Änderungen der Form der Wirbelsäule im Alltag des Patienten nicht erfassbar sind. Ferner ist bei diesen Systemen nur eine beschränkte Messgenauigkeit gegeben.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, welches die bekannten Nachteile vermeidet.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Sonstige Weiterbildungen sind durch die abhängigen Ansprüche wiedergegeben.

[0006] Bei einem Verfahren zur Erfassung einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule wird zumindest ein Biegesensor, insbesondere ein faseroptischer Biegesensor, mit einer im Bereich der Wirbelsäule liegenden Haut eines Patienten verbunden, eine aktuelle Form der Wirbelsäule durch den Biegesensor mittels mehrerer Messwerte gemessen und die gemessenen Messwerte an eine Auswerteeinheit übermittelt.

[0007] Durch dieses Verfahren wird es ermöglicht sowohl die Form der gesamten Wirbelsäule als auch die Form einzelner Abschnitte der Wirbelsäule auf Fehlstellungen zu untersuchen. Dabei ist von Vorteil, dass neben statischen Momentaufnahmen der Form der Wirbelsäule auch Bewegungsabläufe der Wirbelsäulenform über eine Zeitdauer erfasst werden können. Insbesondere ist von Vorteil, dass die Erfassung der Form, und somit auch eine Belastung, der Wirbelsäule nicht unter Laborbedingungen durchgeführt werden muss, sondern während den alltäglichen Arbeitsabläufen des Patienten, bspw. in der Arbeit oder zuhause.

[0008] Ferner erweist sich diese Vorgehensweise als einfach durchführbar und ist mit geringen Kosten verbunden. Zudem entfällt für den Patienten eine gefährliche Strahlenbelastung, die bei Erstellen eines Röntgenbilds anfallen kann.

[0009] Neben einem Biegesensor können durch

Verwendung mehrerer Biegesensoren eine Messgenauigkeit und/oder eine Zuverlässigkeit der Messung erhöht werden. Die Messgenauigkeit kann sowohl in einer örtlichen, als auch in einer zeitlichen Dimension vergrößert werden. Sind bspw. durch einen ersten Biegesensor eine Anzahl an Messungen pro Zeiteinheit beschränkt, so kann durch zumindest einen zweiten Biegesensor die Anzahl an Messungen pro Zeiteinheit bspw. verdoppelt bzw. vervielfacht werden. Des Weiteren kann durch Einsatz von zumindest zwei Biegesensoren bei Ausfall einer der Biegesensoren eine Aufnahme der Messwerte durch den nicht-ausgefallenen Biegesensor gewährleistet werden.

[0010] Im Rahmen dieser Erfindung ist unter dem Biegesensor, der mit der im Bereich der Wirbelsäule liegenden Haut des Patienten "verbunden" ist, zu verstehen, dass der Biegesensor zumindest teilweise auf der im Bereich der Wirbelsäule liegenden Haut aufliegt und bei Bewegungen der Wirbelsäule lediglich geringe Positionsänderungen erfährt, bspw. einige Millimeter. Ferner ist unter "im Bereich der Wirbelsäule liegenden Haut" zu verstehen, dass der Biegesensor über und/oder neben der Wirbelsäule liegenden Haut angebracht ist, wobei eine Lage des Biegesensors derart bestimmt wird, dass eine Erfassung der Form der Wirbelsäule ermöglicht wird.

[0011] Vorzugsweise wird durch die Auswerteeinheit eine/ein durch die Messwerte repräsentierte aktuelle Form und/oder Bewegungsablauf der Wirbelsäule zur späteren Auswertung in einer Speichereinheit gespeichert und/oder in zumindest einer akustischen, optischen und/oder taktile Repräsentation wiedergegeben.

[0012] Mit Hilfe dieser Erweiterung kann der Patient die Erfassung der Form seiner Wirbelsäule in seinem Alltag erfassen. Die erfassten Bewegungsabläufe können sofort ausgewertet und dem Patienten beispielsweise akustisch angezeigt werden. Alternativ zur sofortigen Auswertung kann diese zu einem späteren Zeitpunkt durch einen Arzt vorgenommen werden. Dabei ist ferner von Vorteil, dass der Patient, auch wenn er im täglichen Leben nicht explizit auf seine Körperhaltung achtet, durch die Erweiterung auf seine Fehlhaltung oder auf seinen Bewegungsablauf hingewiesen wird und somit seine Körperhaltung laufend verbessern kann.

[0013] Zudem kann die Form als auch ein Bewegungsablauf der Wirbelsäule, optisch visualisiert werden. Dabei wird bspw. auf einem Display die aktuelle Form gegenüber einer optionalen Form der Wirbelsäule dem Patienten dargestellt, so dass er ein aktuelles Feedback über seine Körperhaltung bekommt. Ferner kann auch über eine vorgebbare Zeitspanne in Form einer Kurve dargestellt werden, wann eine Form der Wirbelsäule einer gesunden und/oder un-

gesunden Form entsprochen hat. Damit ist der Patient in der Lage einen Überblick über seine Körperhaltung innerhalb der Zeitspanne zu erhalten.

[0014] Werden einer Auswerteeinheit zumindest eine Information für eine gute und/oder schlechte Form der Wirbelsäule mittels zumindest eines Parametersatzes übergeben, durch diese die Messwerte der aktuell gemessenen Form der Wirbelsäule mit zumindest einem der Parametersätze verglichen und bei Erkennen einer guten, d.h. gesunden, und/oder schlechten, d.h. ungesunden, Form der Wirbelsäule auf Grundlage des Vergleichs ein akustischer, optischer und/oder taktile Hinweis wiedergegeben, so erhält der Patient zeitnah eine Rückmeldung für seine Körperhaltung, die sich in einer guten oder schlechten Form der Wirbelsäule widerspiegelt. Insbesondere kann durch den Arzt die für den Patienten optimale Haltung, d.h. Form der Wirbelsäule, oder Bewegungsmuster in die Auswerteeinheit einprogrammiert werden, so dass die Auswertung der aktuellen Form an die Bedürfnisse des Patienten optimal anpassbar ist.

[0015] In einer möglichen Weiterbildung oder Alternative hierzu wird der Auswerteeinheit zumindest eine Information für eine gute und/oder schlechte Form oder Bewegungsablauf der Wirbelsäule für eine Zeitdauer mittels zumindest eines Parametersatzes übergeben, durch die Auswerteeinheit Messwerte für jeweils über der Zeitdauer gemessene Formen der Wirbelsäule erfasst, ein Vergleich zwischen den über der Zeitdauer gemessenen Messwerten und dem zumindest einen Parametersatz durchgeführt und bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form oder eines guten und/oder schlechten Bewegungsablaufs der Wirbelsäule auf Grundlage des Vergleichs ein akustischer, optischer und/oder taktile Hinweis wiedergegeben.

[0016] Hiermit kann neben einer statischen Form einer Wirbelsäule auch der Bewegungsablauf der Form der Wirbelsäule über einen Zeitraum von einigen Sekunden bis Stunden oder mehreren Tagen erfasst und ausgewertet werden. Insbesondere Fehlhaltungsmuster, die über einen längeren Zeitraum anhalten oder immer wieder auftreten, können so detektiert werden. Zur Vermeidung dieser Fehlhaltungsmuster können bspw. therapeutische Maßnahmen für den Patienten individuell erstellt werden.

[0017] Werden durch den Biegesensor verschiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln der Wirbelsäule gemessen, so können neben der Form der ganzen Wirbelsäule auch einzelne Abschnitte der Wirbelsäule auf Fehlerhaltung und/oder guter, d.h. gesunder, Haltung untersucht werden.

[0018] Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Erfassen einer Form zumindest eines Teils einer

Wirbelsäule, die folgende Einheiten umfasst:

- zumindest ein Biegesensor, insbesondere ein faseroptischer Biegesensor, zum Messen einer aktuellen Form der Wirbelsäule mittels mehrerer Messwerte, wobei der Biegesensor mit einer im Bereich der Wirbelsäule liegenden Haut eines Patienten verbunden ist, und zum Übertragen der Messwerte an eine Auswerteeinheit;
- eine Auswerteeinheit zum Speichern der durch die Messwerte repräsentierten aktuellen Form der Wirbelsäule zur späteren Auswertung in einer Speichereinheit und/oder zum akustischen, optischen und/oder taktilen Ausgeben der/des durch die Messwerte repräsentierten aktuellen Form und/oder Bewegungsablaufs der Wirbelsäule.

[0019] Ferner kann die Auswerteeinheit folgende weitere Funktionen ausführen:

- Aufnehmen von zumindest einer Information für eine guten und/oder schlechten Form der Wirbelsäule mittels zumindest eines Parametersatzes;
- Vergleichen der Messwerte der aktuell gemessenen Form der Wirbelsäule mit zumindest einem der Parametersätze;
- Ausgeben bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form der Wirbelsäule auf Grundlage des Vergleichs durch einen akustischen, optischen und/oder taktilen Hinweis.

[0020] In einer Alternative führt die Auswerteeinheit folgende weitere Funktionen aus:

- Aufnehmen von zumindest einer Information für eine guten und/oder schlechten Form und/oder einen guten und/oder schlechten Bewegungsablaufs der Wirbelsäule für eine Zeitdauer mittels zumindest eines Parametersatzes;
- Erfassen von Messwerten für jeweils über der Zeitdauer gemessene Formen der Wirbelsäule;
- Vergleichen der über der Zeitdauer gemessenen Messwerte und dem zumindest einen Parametersatz;
- Wiedergabe eines akustischen, optischen und/oder taktilen Hinweises bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form oder eines guten und/oder schlechten Bewegungsablaufs der Wirbelsäule auf Grundlage des Vergleichs.

[0021] Mit Hilfe der Vorrichtung, die den Biegesensor und Auswerteeinheit umfasst, ist das Verfahren implementierbar und ausführbar.

[0022] Vorzugsweise ist der Biegesensor der Vorrichtung geeignet, die Form der Wirbelsäule durch verschiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln der Wirbelsäule zu messen. Hiermit ist die Form der Wirbelsäule in Abschnitten, bspw. für jeden Wirbel separat, messbar. Neben dem Messen des Biegegrads für jeden Wirbel separat, kann der jeweilige Biegegrad für mehrere Wirbel gemeinsam ermittelt werden, bspw. jeweils für drei Wirbel. Der Bie-

gegrad kann in einer oder mehreren Dimensionen ermittelt werden.

[0023] Umfasst die Vorrichtung eine tragbare Energieversorgung, die geeignet ist, den Biegesensor und/oder die Auswerteeinheit mit elektrischem Strom zu versorgen, so kann die Erfassung und/oder Auswertung der gemessenen Messwerte autark erfolgen, beispielsweise bei einer Wandertour oder beim Sport.

[0024] Die Vorrichtung und/oder das Verfahren kann den Vergleich des zumindest einen Parametersatzes mit den aufgenommenen Messwerten mittels eines paarweisen Wertevergleichs, unter Verwendung eines neuronalen Netzes, das durch den zumindest einen Parametersatz trainiert wird und, das für ein oder mehrere Messwerte ein Ergebnis für die gute, d.h. gesunde, oder schlechte, d.h. ungesunde, Form bzw. Bewegungsablauf der Wirbelsäule angibt, oder mittels eines prohibitiven Auswerteverfahrens durchführen. Einem Fachmann sind neben diesen Auswerteverfahren noch weitere Auswerteverfahren bekannt, so dass hierauf nicht näher eingegangen wird.

[0025] Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung eines faseroptischen Biegesensors zum Erfassen zumindest eines Teils einer Form einer Wirbelsäule, wobei der faseroptische Biegesensor mit einer im Bereich einer Wirbelsäule liegenden Haut eines Patienten verbunden ist, eine aktuelle Form der Wirbelsäule durch den faseroptischen Biegesensor mittels mehrerer Messwerte messbar ist, und die gemessenen Messwerte durch den faseroptischen Biegesensor an eine Auswerteeinheit übermittelbar sind. Hierbei ist die Messung der aktuellen Form der Wirbelsäule mit einer hohen Messgenauigkeit durchführbar. Ferner ist durch Verwendung des faseroptischen Biegesensors gewährleistet, dass elektromagnetische Felder, z.B. in einer Nähe von Rundfunktendemasten, die Messung der Form der Wirbelsäule nicht beeinflussen. Ferner ist durch den faseroptischen Biegesensor die Form der Wirbelsäule durch verschiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln der Wirbelsäule messbar.

[0026] Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0027] Es zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) Anbringung eines faseroptischen Biegesensors mittels eines Klebebands an Wirbelsäule;

[0029] [Fig. 2](#) Schematischer Aufbau einer Anordnung zum Erfassen einer Lage der Wirbelsäule mittels des faseroptischen Biegesensors und einer Auswerteeinheit;

[0030] Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0031] In [Fig. 1](#) ist ein faseroptischer Biegesensor S zu sehen, der mittels eines Klebebands K entlang einer Wirbelsäule W auf die Haut eines Patienten P aufgeklebt wird. Der Biegesensor unterteilt sich longitudinal in mehrere Messsegmente, die eine oder mehrere Wirbel überdecken. Jedes Messsegment misst einen, zwei oder drei Biegewinkel des gesamten Segments. Ferner kann zusätzlich eine longitudinale Dehnung des Segments gemessen werden. Der faseroptische Biegesensor S weist für jedes Messsegment eine bis vier innenliegende lichtleitende Fasern (für jeden Biegewinkel und optional für die longitudinale Messung je eine Faser) mit einer speziellen Oberflächenbehandlung auf, die je nach Biegeradius an einer vorgebbaren Längenposition der Faser an Transmission verliert oder gewinnt. Die Art und Position der Oberflächenbehandlung und die Verlegung der Faser innerhalb des Messsegments entscheiden für welche Biegeachse oder longitudinale Streckung des Messsegments die Faser sensibel ist.

[0032] Der faseroptische Biegesensor S weist für jedes Messsegment drei innenliegende lichtleitende Fasern mit einer speziellen Oberflächenbehandlung auf, die je nach Biegeradius an einer vorgebbaren Längenposition der Faser an Transmission verliert oder gewinnt. Der faseroptische Biegesensor misst die Lage der Wirbel und somit eine Biegung der Bandscheiben bspw. in 8 Segmenten mittels 24 Fasern. Hiermit ist der faseroptische Biegesensor S in der Lage in drei Dimensionen und in acht Längenpositionen die Lage der Wirbelsäule zu erfassen. Neben einer x- und y-Position, die orthogonal zur Längsrichtung des faseroptischen Biegesensors erfasst wird, wird durch die jeweilige dritte Faser eine Torsion ermittelt. Dieser faseroptische Biegesensor S ist einem Fachmann, beispielsweise aus dem Bereich der Automobiltechnik, bekannt, insbesondere aus den Patentschriften DE 10 2005 046 930.2 oder US 5,633,494. Daher wird auf den faseroptischen Biegesensor S nicht näher eingegangen. Als Klebeband eignet sich insbesondere ein hautverträgliches Hautpflaster.

[0033] In zeitlichen Abständen, d.h. in einer Zeitdauer T, z.B. von 1/50 Sekunde wird eine aktuelle Lage der Wirbelsäule durch den faseroptischen Biegesensor mittels mehrerer Messwerte M gemessen. Jeder Satz an Messwerten M wird von dem faseroptischen Biegesensor an eine Auswerteeinheit A übergeben, wobei der faseroptische Biegesensor mit der Auswerteeinheit A mittels einer Drahtverbindung, einer Funkübertragung oder einer optischen Datenübertragung verbunden ist. Der Aufbau einer Vorrichtung, umfassend den Biegesensor und die Auswerteeinheit ist in [Fig. 2](#) näher dargestellt.

[0034] Im folgenden Ausführungsbeispiel wird an drei Längenpositionen jeweils ein Messwertsatz in drei Dimensionen gemessen. Die drei Messwerte M1, M2 und M3 haben folgende drei Werte:

$$M1 = \begin{Bmatrix} 3 \\ 4 \\ 3 \end{Bmatrix}, \quad M2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}, \quad M3 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{Bmatrix}$$

[0035] Zu jedem Messwert ist ein Wert eines Parametersatzes Q zugeordnet, der eine gute oder eine schlechte Lage der Wirbelsäule beschreibt, d.h. eine richtige oder fehlerhafte Haltung des Patienten. Diese haben in diesem Ausführungsbeispiel folgendes Aussehen:

$$Q1 = \begin{Bmatrix} 3 \\ 3 \\ 3 \end{Bmatrix}, \quad Q2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}, \quad Q3 = \begin{Bmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \end{Bmatrix}.$$

[0036] Eine Analyseeinheit Y der Auswerteeinheit A vergleicht den Satz an Messwerten mit dem Parametersatz. Weichen die jeweiligen Messwerte um mehr als eine Messeinheit von dem zu dem jeweiligen Messwert dazugehörigen Wert des Parametersatzes ab, so liegt eine Fehllage des Patienten vor, d.h. eine schlechte Form der Wirbelsäule. In diesem Fall wird der Patient mittels eines Hinweistons, einem taktilen Hinweissignal und/oder einem optischen Signal, bspw. durch Blinken einer Leuchte oder durch grafische Aussage an einem Display, über seine Fehllage hingewiesen.

[0037] Im obigen Ausführungsbeispiel ist jeder Messwert jeweils gleich oder unterscheidet sich lediglich um eine Messeinheit von dem jeweiligen Wert des Parametersatzes. Dieser Vergleich kann durch folgende Schritte geschrieben werden:

- Subtraktion des jeweiligen Messwerts von dem dazugehörigen Wert des Parametersatzes;
- Betragsbildung des Subtraktionsergebnisses;
- Vergleich, ob das Ergebnis der Betragsbildung jeweils gleich oder kleiner einer vorgebbaren Schwelle, im Ausführungsbeispiel eine oder keine Messeinheit beträgt.
- Ergibt der Vergleich, dass keiner der Werte die Schwelle überschreitet, so liegt eine richtige Haltung vor, ansonsten eine fehlerhafte Haltung.

[0038] Für das obige Ausführungsbeispiel lautet dies:

$$|M1 - Q1| \leq \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} ? \Rightarrow \left| \begin{Bmatrix} 3 \\ 4 \\ 3 \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 3 \\ 3 \\ 3 \end{Bmatrix} \right| = \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

[0039] Da das Ergebnis des Vergleichs für keinen der jeweiligen Werte die Schwelle von einer Mess-

werteinheit, d.h. Eins, überschreitet, zeigt die aktuelle Form der Wirbelsäule eine richtige Haltung des Patienten an.

[0040] Anstelle eines Hinweises bei Fehlhaltung kann der Hinweis, z.B. eine grün blinkende LED, bei richtiger Haltung ausgegeben werden.

[0041] In einem weiteren Ausführungsbeispiel soll anstelle einer einzigen Messung der aktuellen Lage der Wirbelsäule eine Auswertung eines Bewegungsablaufs der Wirbelsäule über eine vorgebbare Zeitdauer T , z.B. 5 Minuten, analysiert werden. Dabei werden jede $1/60$ Sekunde Messwerte M erfasst und in einer Speichereinheit S der Auswerteeinheit A zwischengespeichert. Nach dem Erfassen der Messwerte über $T=5$ Minuten werden die erfassten Messwerte gegenüber dem Parametersatz durch die Analyseeinheit Y analysiert. Dabei wird festgestellt, dass der Patient eine falsche Haltung über einen längeren Zeitraum, z.B. für 45 Sekunden, eingenommen hat, denn während dieses Zeitraums hat sich beispielsweise die Form der Wirbelsäule nicht verändert hat. Diese Fehlhaltung, d.h. falsche Form bzw. falscher Bewegungsablauf der Wirbelsäule, wird durch die Auswerteeinheit erkannt und dem Patienten mittels eines akustischen Alarmtons mitgeteilt. In diesem Ausführungsbeispiel sind der bzw. die Parametersätze individuell in Abhängigkeit der Bedürfnisse des Patienten vom Arzt erstellt und in eine Vorrichtung, welches die Auswerteeinheit umfasst, einprogrammiert worden.

[0042] Die Auswerteeinheit A ist ein tragbares Gerät, welches bspw. am Gürtel des Patienten befestigt werden kann. Sie umfasst neben einer Eingabeeinrichtung E zur Eingabe der Parametersätze, die Speichereinheit S zum organisierten Ablegen der gemessenen Messwerte, eine Ausgabeeinrichtung U und die Auswerteeinheit A . Die Ausgabeeinrichtung U umfasst einen Lautsprecher und eine rote LED, wobei der Lautsprecher und die rote LED akustisch und optisch angeben, falls eine falsche oder richtige Form der Wirbelsäule zu einem Zeitpunkt und/oder über einen Zeitraum erkannt worden ist. In einer alternativen und/oder zusätzlichen Ausführungsform der Ausgabeeinrichtung U umfasst diese einen Vibrationsgeber, der haptisch die falsche oder alternativ die richtige Form der Wirbelsäule anzeigt, wobei die Form zu einem Zeitpunkt und/oder über einen Zeitraum ermittelt wird. Zusätzlich weist die Vorrichtung eine Drahtverbindung zu dem Biegesensor S auf, die zur Übertragung der Messwerte dient. Die Auswerteeinheit A und der Biegesensor S bilden eine Vorrichtung V .

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule,
dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest ein Biegesensor (S), insbesondere ein faseroptischer Biegesensor, mit einer im Bereich einer Wirbelsäule (W) liegenden Haut (H) eines Patienten (P) verbunden wird,
eine aktuelle Form der Wirbelsäule (W) durch den Biegesensor (S) mittels mehrerer Messwerte (M) gemessen wird,
die gemessenen Messwerte (M) an eine Auswerteeinheit (A) übermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Auswerteeinheit (A) eine/ein durch die Messwerte (M) repräsentierte aktuelle Form und/oder Bewegungsablauf der Wirbelsäule (W) zur späteren Auswertung in einer Speichereinheit (S) gespeichert und/oder in zumindest einer akustischen, optischen und/oder taktilen Repräsentation wiedergegeben wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
einer Auswerteeinheit (A) zumindest eine Information für eine gute und/oder schlechte Form der Wirbelsäule (W) mittels zumindest eines Parametersatzes (P) übergeben wird,
durch die Auswerteeinheit (A) die Messwerte (M) der aktuell gemessenen Form der Wirbelsäule (W) mit zumindest einem der Parametersätze (P) verglichen wird,
bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form der Wirbelsäule (W) auf Grundlage des Vergleichs ein akustischer, optischer und/oder taktiler Hinweis wiedergegeben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
einer Auswerteeinheit (A) zumindest eine Information für eine gute und/oder schlechte Form oder Bewegungsablauf der Wirbelsäule (W) für eine Zeitdauer (T) mittels zumindest eines Parametersatzes (P) übergeben wird,
durch die Auswerteeinheit (A) Messwerte (M) für jeweils über der Zeitdauer (T) gemessene Formen der Wirbelsäule (W) erfasst werden,
ein Vergleich zwischen den über der Zeitdauer (T) gemessenen Messwerten (M) und dem zumindest einen Parametersatz (P) durchgeführt wird,
bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form oder eines guten und/oder schlechten Bewegungsablaufs der Wirbelsäule (W) auf Grundlage des Vergleichs ein akustischer, optischer und/oder taktiler Hinweis wiedergegeben wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch den Biegesensor (S) verschiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln (N) der Wirbelsäule (W) gemessen werden.

6. Vorrichtung zum Erfassen einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung folgende Einheiten umfasst:

- zumindest ein Biegesensor (S), insbesondere ein faseroptischer Biegesensor, zum Messen einer aktuellen Form der Wirbelsäule (W) mittels mehrerer Messwerte (M), wobei der Biegesensor (S) mit einer im Bereich der Wirbelsäule (W) liegenden Haut (H) eines Patienten (P) verbunden ist, und zum Übertragen der Messwerte (M) an eine Auswerteeinheit (A);
- eine Auswerteeinheit (A) zum Speichern der/des durch die Messwerte (M) repräsentierten aktuellen Form und/oder Bewegungsablaufs der Wirbelsäule (W) zur späteren Auswertung in einer Speichereinheit (S) und/oder zum akustischen, optischen und/oder taktilen Ausgeben zumindest eines Repräsentanten der/des durch die Messwerte (M) repräsentierten aktuellen Form und/oder Bewegungsablaufs der Wirbelsäule (W).

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (A) folgende Funktionen ausführt:

- Aufnehmen von zumindest einer Information für eine gute und/oder schlechte Form der Wirbelsäule (W) mittels zumindest eines Parametersatzes (P);
- Vergleichen der Messwerte (M) der aktuell gemessenen Form der Wirbelsäule (W) mit zumindest einem der Parametersätze (P)
- Ausgeben eines akustischen, optischen und/oder taktilen Hinweises bei Erkennen einer guten und/oder schlechten Form der Wirbelsäule (W) auf Grundlage des Vergleichs.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (A) folgende Funktionen ausführt:

- Aufnehmen von zumindest einer Information für eine gute und/oder schlechte Form und/oder für einen guten und/oder schlechten Bewegungsablauf der Wirbelsäule (W) für eine Zeitdauer (T) mittels zumindest eines Parametersatzes (P);
- Erfassen von Messwerten (M) für jeweils über der Zeitdauer (T) gemessene Formen der Wirbelsäule (W);
- Vergleichen der über der Zeitdauer (T) gemessenen Messwerte (M) und dem zumindest einen Parametersatz (P);
- Wiedergabe eines akustischen, optischen und/oder taktilen Hinweises bei Erkennen einer/eines guten und/oder schlechten Form und/oder Bewegungsablaufs der Wirbelsäule (W) auf Grundlage des Vergleichs.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegesensor (S) geeignet ist, die Form der Wirbelsäule (W) durch ver-

schiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln (N) der Wirbelsäule (W) zu messen.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine tragbare Energieversorgung (E) umfasst, die geeignet ist, den Biegesensor (S) und/oder die Auswerteeinheit (A) mit elektrischem Strom zu versorgen.

11. Verwendung eines faseroptischen Biegesensors (S) zum Erfassen einer Form zumindest eines Teils einer Wirbelsäule, dadurch gekennzeichnet, dass der faseroptische Biegesensor (S) mit einer im Bereich einer Wirbelsäule (W) liegenden Haut (H) eines Patienten (P) verbunden ist, eine aktuelle Form und/oder ein Bewegungsablauf der Wirbelsäule (W) durch den faseroptischen Biegesensor (S) mittels mehrerer Messwerte (M) messbar sind, die gemessenen Messwerte (M) durch den faseroptischen Biegesensor an eine Auswerteeinheit (A) übermittelbar sind.

12. Verwendung eines faseroptischen Biegesensors (S) gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass durch den faseroptischen Biegesensor (S) die Form der Wirbelsäule (W) durch verschiedene Biegegrade zwischen einzelnen Wirbeln (N) der Wirbelsäule (W) messbar sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

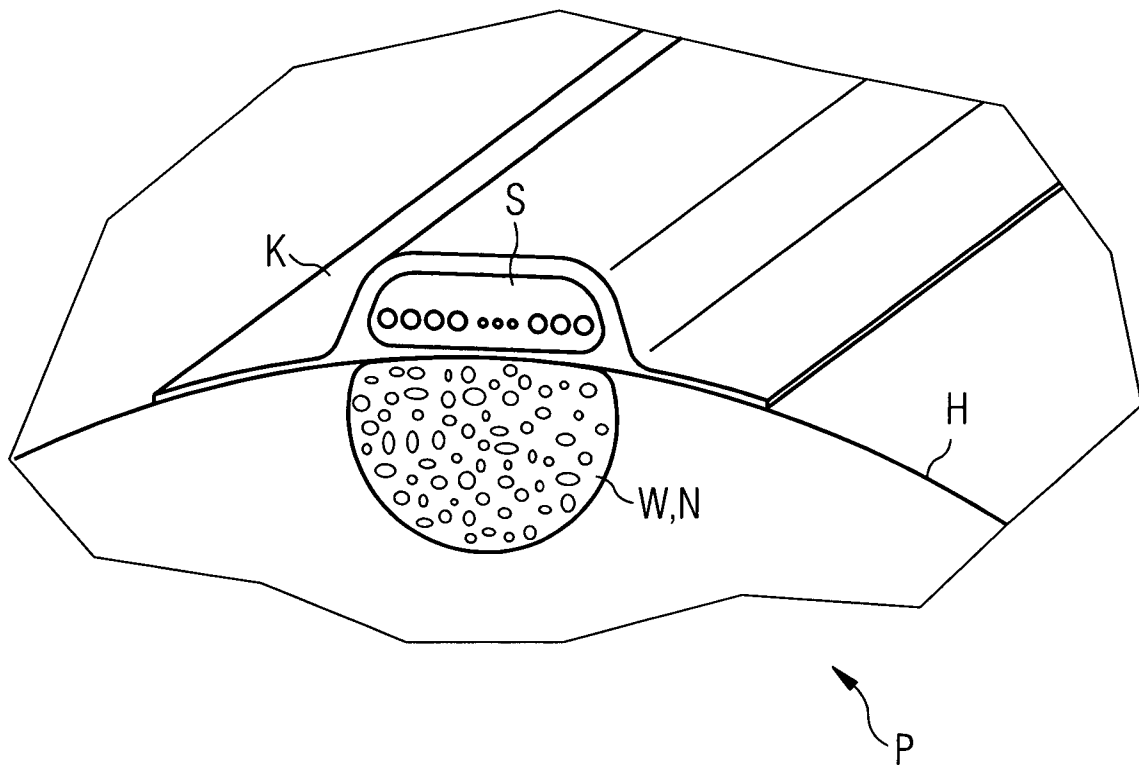


FIG 2

