



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 33 286 T2** 2009.05.07

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 305 087 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 33 286.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/DK01/00402**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 940 237.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/095980**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.06.2001**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **20.12.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.05.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **19.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.05.2009**

(51) Int Cl.⁸: **A63B 26/00** (2006.01)
A61B 5/103 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

200000913 **14.06.2000** **DK**

200001404 **22.09.2000** **DK**

200001876 **14.12.2000** **DK**

200100431 **14.03.2001** **DK**

(73) Patentinhaber:

**medica-Medizintechnik GmbH, 88454 Hochdorf,
DE**

(74) Vertreter:

Bender, E., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 88400 Biberach

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**MATJACIC, Zlatko, 1000 Ljubljana, SI; SINKJAER,
Thomas, DK-9260 Gistrup, DK**

(54) Bezeichnung: **Gerät zum Wiedererlernen des Gleichgewichts**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gleichgewichtstrainer, der zur Abstützung von Personen mit verringerter Balancefähigkeit im Stehen geeignet ist und eine Vorrichtung aufweist, die dazu dient, den Benutzer in eine aufrechte Position zu drücken, wenn dieser in der frontalen bzw. sagittalen Ebene davon abweicht. Das Gerät weist ein einstellbares Federsystem auf, das ein zwei Freiheitsgrade aufweisendes Gelenk und die besagte Vorspanneinrichtung zu einer einfachen und vorteilhaften Konstruktion vereint.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin einen Gleichgewichtstrainer mit einer nachgebenden Kniestützvorrichtung, die so angeordnet ist, dass mit ihrer Hilfe die Vorderseite der Unterschenkel gestützt wird, wobei sie den Bewegungen der Person in den besagten Ebenen folgt und dadurch die Knieextensoren beim Training unterstützt.

EINLEITUNG

[0003] Das Gleichgewichtstraining im Stehen ist ein entscheidender Vorgang bei der Rehabilitation von neurologisch beeinträchtigten Personen. Moderne Konzepte der neurologischen Rehabilitation bevorzugen die aufgabenorientierte Therapie, bei der man sein Gleichgewicht üben muss, um es von neuem zu erlernen.

[0004] Verschiedene neuromuskuläre Störungen vermindern die Fähigkeit einer Person, im Stehen das Gleichgewicht zu behalten. Beeinträchtigte Personen können je nach verbleibendem Gleichgewichtsvermögen in zwei Gruppen unterteilt werden: Die erste Gruppe besteht aus Personen mit herabgesetzter Fähigkeit (z. B. Hemiparese, Paraparese und Tetraparese), während die andere Gruppe sich durch ernsthafte Beeinträchtigung (Hemiplegie) oder den völligen Verlust des Gleichgewichtsvermögens (Paraplegie und Tetraplegie) kennzeichnet.

[0005] Ziel der neurologischen Rehabilitation von Personen in der Gruppe mit verminderter Gleichgewichtsfähigkeit ist es, das verbleibende periphere und zentrale Nervensystem so umzuschulen, dass mit Hilfe der verbleibenden Fähigkeiten alternative Bewegungsstrategien erlernt werden können und die Motorik trotz der Einschränkungen durch die Verletzung möglichst effizient koordiniert werden kann. Es sind verschiedene Methoden zur Erleichterung des Gleichgewichtstrainings entwickelt worden. Üblicherweise wird eine schwingende Plattform verwendet, worauf die beeinträchtigte Person steht, oder es findet eine Vermittlung von Biofeedback hinsichtlich der Verteilung des Gewichts statt. Beide Methoden haben die Verbesserung der Balancefähigkeit beeinträchtigter Personen zum Ziel. Doch sollten diese

Techniken mit Vorsicht angewandt werden, da sie die betroffene Person in eine instabile Lage versetzen und die Gefahr eines Sturzes mit sich bringen, die mit entsprechenden Mitteln beseitigt werden muss. Sicherheitsvorkehrungen wiederum verringern den gewünschten Trainingseffekt.

[0006] Solche Methoden können nicht bei der Gruppe von stark behinderten Personen angewendet werden, da diese nicht in der Lage sind, ohne Unterstützung zu stehen. Infolgedessen sind sie häufig zu einer sitzenden Körperhaltung gezwungen, was wiederum verschiedene medizinische Komplikationen und deren langwierige und teure medizinische Behandlung zur Folge haben kann. Eine übliche Therapieform für die zweite Gruppe ist daher passives Stehen in einem starren Rahmen oder auf schiefen Ebenen. Diese Methoden sind eher statisch und daher als Aktivität wenig ansprechend, da sie zu wenig kognitive Beteiligung verlangen.

[0007] Eine bekannte Vorrichtung ist in folgenden Publikationen beschrieben: Matja•i• und Sinkjær: A mechanical Apparatus for Arm-Free Therapeutical Paraplegic Standing, Proc. of the international Biomechanics Workshop, April 1999, Enschede, Niederlande, und Matja•i•, Sinkjær und Johannesen: Unsupported Standing after Spinal Cord Injury, Proc. of the 4th Annula Conference of the International Functional Electrical Stimulation Society, August 1999, Sendai, Japan. Diesen Druckschriften ist zu entnehmen, dass in einer fallsicheren Trainingsumgebung die Bemühungen einer behinderten Person, das Gleichgewicht zu halten, durch auf Höhe des Beckens stabilisierend wirkende Kräfte in der sagittalen bzw. frontalen Bewegungsebene verstärkt werden, wobei die Balancieraktivitäten der Sprunggelenkmuskeln (in der sagittalen Ebene) und der Sprunggelenk- und Hüftmuskeln (in der frontalen Ebene) unterstützt werden. Die hierin offenbarte Vorspannvorrichtung umfasst zwei hydraulische Motoren, die dazu dienen können, den Benutzer aktiv in eine bestimmte Richtung zu schieben oder einen federnden Effekt zu haben, der als passive Federwirkung beschrieben wird. Ein solches System mit hydraulischen Motoren ist jedoch teuer in der Herstellung und kompliziert in der Anwendung, und häufige Wartung ist für eine ordnungsgemäße Funktion notwendig. Des Weiteren ist der Platzbedarf ziemlich groß, und die Vorrichtung ist insgesamt nur für wissenschaftliche Experimente geeignet und nicht für den Gebrauch in Rehakliniken oder gar zu Hause beim Trainingsbedürftigen.

[0008] Eine weitere, der vorliegenden Erfindung nicht so nahe stehende Vorrichtung wird in Godall et al.: Enhancing postural stability in hemiplegic using externally applied forces, Int. Journal of Rehabilitation, 1985 und in Wing, Allison und Jenner: Retraining and retaining balance after stroke, Baillière's Clinical Neurology, Band 2, Nr. 1, April 1993 beschrieben,

wobei der Patient durch einen Gurt auf Hüftniveau gestützt wird, auf den in der horizontalen Ebene zwei rechtwinklig zueinander wirkende Betätigungselemente wirken, sodass der Patient gestützt und gleichzeitig gezielt zu Trainings- und Auswertungszwecken geschoben bzw. perturbiert wird. Dieser Apparat hat die gleichen Nachteile wie der oben genannte und dient vorrangig wissenschaftlichen Zwecken.

[0009] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Gleichgewichtstrainer bereitzustellen, der zur Abstützung von Personen mit verringerter Balancefähigkeit im Stehen geeignet ist und eine Vorspanneinrichtung aufweist, die dazu dient, den Benutzer in eine aufrechte Position zu drücken, wenn dieser davon in der frontalen bzw. sagittalen Ebene abweicht, wobei die besagte Vorspanneinrichtung eine einfache und preiswerte Konstruktion aufweist.

[0010] Während des Gebrauchs der Vorrichtung kann es gegebenenfalls notwendig sein, die Knie des stehenden Benutzers gestreckt zu halten, wenn dieser dazu nicht in der Lage ist. Dies wird bei den oben beschriebenen bekannten Vorrichtungen mittels steifer Kunststoffstützen erreicht. Eine andere Lösung besteht in der Verwendung einer steifen Traverse zwischen den senkrechten Stäben einer ähnlichen Vorrichtung, die dem Patienten unterhalb der Knie von vorne Halt gibt, damit diese ganz gestreckt sind. Dies ist beschrieben in: Matja•i• und Bajd: Arm-Free Pareplegic Standing – Part II: Experimental Results, IEEE Trans. an Rehabilitation Eng., Band 6, Nr. 2, Juni 1998. Das Training der Kniemusculatur muss bei den bekannten Vorrichtungen mit anderen Mitteln durchgeführt werden. Man hat überraschender Weise festgestellt, dass es zu Verbesserungen im Gleichgewichtstraining durch Abstützung der ausgestreckten Knie des Patienten mit nachgebenden Mitteln kommen kann, wenn sie so angeordnet sind, dass mit ihrer Hilfe die Vorderseiten beider Beine des Benutzers im Bereich des oberen Endes der Unterschenkel gestützt werden und wenn sie so angeführt sind, dass sie den Bewegungen des Benutzers sowohl in der sagittalen als auch in der frontalen Ebene folgen. Dadurch kann der Patient das Training um die vertikale Körperachse erhöhen, das hauptsächlich von den Kniegelenken her gesteuert wird.

[0011] Feedbacksysteme, die den Patienten mit Informationen über seine Abweichung von der Vertikalen versorgen, sind z. B. in der oben erwähnten Druckschrift von Matja•i• und Bajd: Arm-Free Pareplegic Standing – Part II: Experimental Results, IEEE Trans. an Rehabilitation Eng., Band 6, Nr. 2, Juni 1998 beschrieben. Darin vermittelt ein Audiosignal die Neigung in der sagittalen Ebene, und ein visuelles Feedbacksystem, das zu Trainingszwecken die Anzeige der Abweichungen in beiden Ebenen vermittelt ist aus Nichols: Balance Retraining After Stroke Using Force Platform Biofeedback, Physical Therapy,

Band 77, Nr. 5, Mai 1997 bekannt. Das in diesem Artikel beschriebene Trainingsprogramm ist für den Einsatz einer Plattform bestimmt, auf der der Trainingsbedürftige steht, aber ein solches Computerprogramm kann ebenso effektiv mit der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung angewandt werden. Ein bevorzugtes Trainingssystem wird weiter unten beschrieben, in das einige Verbesserungen eingebaut sind. Insbesondere wurde eine für den Patienten am Bildschirm sichtbare "tote Zone" eingeführt, die einen Neigungsbereich um die senkrechte Position darstellt, in dem der Cursor sich nicht bewegt, sodass sich der Patient in einen Neigungsbereich außerhalb der toten Zone verlagern muss, um den Computer zu aktivieren und den Gleichgewichtstrainer beispielsweise als Computerzeigergerät zu verwenden.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die oben angeführte Aufgabe der Erfindung wird dadurch erreicht, dass das zwischen der Grundplatte und dem senkrechten Stab befindliche Gelenk und die Vorspanneinrichtung, die den Benutzer am Fallen hindert, vereint sind. Die vorliegende Erfindung betrifft daher einen Gleichgewichtstrainer umfassend:

zwei senkrechte Stützstäbe, die jeweils am unteren Ende mit einer Grundplatte durch ein zwei Freiheitsgrade aufweisendes Gelenk verbunden sind, eine Abstützvorrichtung zum Tragen des Beckens eines zwischen den beiden senkrechten Stützstäben stehenden Benutzers, wobei die Abstützvorrichtung jeweils mit dem oberen Ende eines jeden Stützstabes durch ein Gelenk mit einem Freiheitsgrad verbunden ist, wodurch eine gemeinsame Bewegung der Abstützvorrichtung und der senkrechten Stäbe in der Ebene der beiden senkrechten Stäbe ermöglicht wird, und eine Vorspanneinrichtung, die dazu dient, den Benutzer in eine aufrechte Position zu drücken, wenn davon in einer frontalen bzw. sagittalen Ebene des Benutzers abgewichen wird, wobei mindestens einer der senkrechten Stäbe einen elastischen Unterteil aufweist, der einen steiferen Oberteil des Stabes mit der Grundplatte verbindet und sowohl das dazwischen liegende Gelenk als auch die Vorspanneinrichtung darstellt, und wobei der Gleichgewichtstrainer weiter eine Einstellvorrichtung zur Regulierung der Steifigkeit des elastischen Unterteils umfasst.

[0013] Dadurch, dass das Gelenk und die Vorspanneinrichtung durch den Einsatz eines elastischen Teils an mindestens einem der senkrechten Stäbe zu einer Einheit vereint sind, ergibt sich eine Vereinfachung der Konstruktion, die zu niedrigen Produktionskosten und einer hohen Wartungsfreundlichkeit führt. Es genügt, wenn nur einer der senkrechten Stäbe den elastischen Teil aufweist. Es wird jedoch zum Erzielen einer Symmetrie der Kräfte bevorzugt, dass

jeder der beiden senkrechten Stäbe einen elastischen Unterteil aufweist, der einen steiferen Oberteil des Stabes mit der Grundplatte verbindet und sowohl das dazwischen liegende Gelenk als auch die Vorspanneinrichtung darstellt.

[0014] Der elastische Teil kann beispielsweise aus natürlichem oder synthetischem Gummi oder aus flachen Federn bestehen. Es wurde jedoch gefunden, dass der elastische Teil am besten aus einer senkrecht ausgerichteten Schraubenfeder besteht. Solche vertikalen Schraubenfedern sind preiswert und weitestgehend wartungsfrei und können serienmäßig mit geeigneten elastischen Eigenschaften besorgt werden.

[0015] Es wird auch bevorzugt, dass die Vorrichtung weiterhin Begrenzer umfasst, die den Neigungswinkel aus der Vertikalen bei jedem senkrechten Stab begrenzen, um die Gefahr zu vermeiden, dass der Benutzer sich übermäßig neigt und die ganze Vorrichtung dadurch ins Umkippen gerät.

[0016] Zur Einstellung der Steifigkeit des elastischen Unterteils wird vorzugsweise eine Einstellvorrichtung eingesetzt, mit deren Hilfe die effektive Länge des elastischen Unterteils eingestellt werden kann. Dies lässt sich beispielsweise dadurch erreichen, dass ein Stab senkrecht innerhalb einer den elastischen Teil darstellenden Schraubenfeder verstellt wird. Es wird jedoch bevorzugt, dass die Einstellvorrichtung für jeden senkrechten Stab eine um den elastischen Teil angeordnete Außenhülle umfasst, wobei eine senkrechte Innenfläche der Hülle an der Außenseite des elastischen Teils anliegt und die Hülle derart höhenverschiebbar ist, dass mit deren Hilfe die effektive Länge des elastischen Teils regulierbar ist. Bei einer solchen Anordnung sind die Begrenzer vorzugsweise jeweils mit der entsprechenden Hülle verbunden und zusammen mit dieser verschiebbar ausgeführt und runde Öffnungen umgrenzen, durch die die senkrechten Stäbe geführt sind.

[0017] Des Weiteren besitzt die Vorrichtung vorteilhaft eine Verriegelungsvorrichtung, mit deren Hilfe die senkrechten Stäbe temporär in einer senkrechten Stellung verriegelt werden können, wenn der Benutzer die Vorrichtung betritt oder verlässt, oder wenn die Steifigkeit des elastischen Teils eingestellt wird. Die Verriegelungsvorrichtung kann mit der besagten Hülle verbunden und zusammen mit dieser verschiebbar sein.

[0018] Zur Abstützung von Benutzern, die nicht in der Lage sind, die Knie anhaltend auszustrecken, kann es von Vorteil sein, wenn die Vorrichtung eine Kniestützvorrichtung aufweist, die so angeordnet ist, dass mit deren Hilfe die Vorderseiten beider Beine des Benutzers im Bereich des oberen Endes der Unterschenkel gestützt werden, wobei die Kniestützvor-

richtung so ausgeführt ist, dass sie der Bewegung des Benutzers sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene folgt. Für das oben erwähnte Training der Knie ist es weiterhin von Vorteil, wenn die Kniestützvorrichtung nachgebend ausgebildet ist.

[0019] Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Kniestützvorrichtung mit mindestens einem der senkrechten Stäbe verbunden ist.

[0020] Es wird außerdem bevorzugt, dass die Vorrichtung eine Sensoreinheit umfasst, die zur Messung der Neigung der senkrechten Stäbe sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene sowie zur Erzeugung eines entsprechenden Ausgangssignals dient und somit ein Auswertungs- und/oder Feedbacksystem ermöglicht.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0021] Eine bevorzugte Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung dargestellt.

[0022] Es zeigt:

[0023] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht der kompletten Vorrichtung mit der Grundplatte und einer darin befindlichen Person,

[0024] [Fig. 2](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) von der Seite betrachtet, wobei sich die Person in der sagittalen Ebene nach vorne neigt,

[0025] [Fig. 3](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) von vorne betrachtet, wobei sich die Person in der frontalen Ebene nach vorne neigt,

[0026] [Fig. 4](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) von der Seite betrachtet, wobei die Person in der sagittalen Ebene sich nach vorne neigt und gleichzeitig die Knie beugt, wodurch die Kniestützvorrichtung in Aktion tritt,

[0027] [Fig. 5](#) den Unterteil eines senkrechten Stabes mit der Verriegelungsvorrichtung in verriegelter Stellung, von der Seite betrachtet,

[0028] [Fig. 6](#) die Verriegelungsvorrichtung gemäß [Fig. 5](#) von oben betrachtet,

[0029] [Fig. 7](#) den Unterteil eines senkrechten Stabes mit der Verriegelungsvorrichtung in unverriegelter Stellung und dem Oberteil des Stabes in geneigter Stellung, von der Seite betrachtet,

[0030] [Fig. 8](#) die Verriegelungsvorrichtung gemäß [Fig. 7](#) von oben betrachtet,

[0031] [Fig. 9](#) einen Vertikalschnitt durch den Unter-

teil eines senkrechten Stabes mit der Verriegelungsvorrichtung in verriegelter Stellung, von der Seite betrachtet,

[0032] [Fig. 10](#) einen Vertikalschnitt durch den Unterteil eines senkrechten Stabes mit der Verriegelungsvorrichtung in unverriegelter Stellung und dem Oberteil des Stabes in geneigter Stellung, von der Seite betrachtet,

[0033] [Fig. 11](#) einen Vertikalschnitt gemäß [Fig. 10](#), wobei der Einstellzylinder zur Gewährleistung höherer Steifigkeit nach oben eingestellt ist,

[0034] [Fig. 12](#) einen Vertikalschnitt in der sagittalen Ebene durch den Unterteil eines den Neigungssensor für die frontale Ebene aufweisenden, senkrechten Stabes,

[0035] [Fig. 13](#) den Ausschnitt gemäß [Fig. 12](#), wobei sich das Oberteil des Stabes in der sagittalen Ebene neigt,

[0036] [Fig. 14](#) einen Vertikalschnitt in der frontalen Ebene durch den Unterteil eines den Neigungssensor für die frontale Ebene aufweisenden, senkrechten Stabes, wobei sich der Oberteil des Stabes in der frontalen Ebene neigt,

[0037] [Fig. 15](#) eine schematische Darstellung der Verbindung der Sensoren mit dem Personalcomputer,

[0038] [Fig. 16](#) Diagramme der toten Zone und der Mausgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Neigung in der frontalen bzw. sagittalen Ebene beim Einsatz für eine Computerschulung, und

[0039] [Fig. 17A–D](#) vier Bildschirmabbildungen des Computerschulungsprogramms.

[0040] Die hierin offenbarte Erfindung ermöglicht die Versorgung an eine beeinträchtigte Person mit einer sturz sichereren Umgebung, wobei das Bemühen um Gleichgewicht einer stehenden Person durch Stabilisierungskräfte auf Höhe des Beckens in der sagittalen und frontalen Bewegungsebene verstärkt wird, wobei die Gleichgewichtsaktivität der Sprunggelenkmuskeln (in der sagittalen Ebene) und Sprunggelenk- und Hüftmuskeln (in der frontalen Ebene) und – im Bereich der Unterschenkel – des Knieextensors unterstützt wird. Die Größe der Stützkräfte kann bis zu einem Punkt verändert werden, der keinerlei Gleichgewichtsaktivität der stehenden Person erfordert. Zusätzlich wird die Bewegung in den sagittalen und frontalen Ebenen durch Messfühler erfasst und zu einer elektronischen Schnittstelle geleitet, welche die aktuellen Neigungen in Maus-, Joystick- oder ähnliche Zeigergerätsignale umwandelt, die dann einem Personalcomputer (PC) zugeführt werden. Auf

diese Weise kann eine stehende Person durch freiwilliges Ändern der Körperhaltung in den sagittalen und frontalen Ebenen verschiedene auf dem PC laufende Anwendungsprogramme steuern. Des Weiteren wird ein fortgeschrittenes Gleichgewichtstrainings- und Auswertungsprogramm beschrieben, welches zur Erleichterung und Kontrolle der Ausbalancierung im gesamten anterioposterioren und mediolateralen Handlungsraum auf allmähliche und systematische Weise geeignet ist, wodurch ein gleichmäßiges Neurorehabilitationsprogramm und eine objektive Auswertung der Gleichgewichtsfähigkeit einer stehenden Person möglich sind.

[0041] Die [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Zeichnung der Vorrichtung **1** mit einer darin stehenden Person **2**. Der Apparat ist zusammengesetzt aus der Grundplatte **3**, zwei jeweils zwei Freiheitsgrade aufweisenden verstellbaren Federsystemen **4** mit einer einstellbaren Steifigkeit von jeweils bis zu beispielsweise 15 Nm/Grad, zwei je einen Freiheitsgrad aufweisenden Gelenken **5**, zwei senkrechten Stützstäben **6** mit einstellbarer Höhe, einem in der Größe verstellbaren Abstützensystem **7**, einem nach Steifigkeit einstellbaren nachgebenden Gurt **8**, einem Fersenanschlagstück **9** und zwei Bewegungsbegrenzern **10**. Beide jeweils zwei Freiheitsgrade aufweisende verstellbare Federsysteme **4** mit einstellbarer Steifigkeit sind an der Grundplatte **3** befestigt und über die senkrechten Stützstäbe **6** mit dem ein Freiheitsgrad aufweisenden Gelenk **5** verbunden. Eine Person **2** steht auf der Platte **3** mit den Fersen vor dem Fersenanschlagstück **9** platziert, wobei das Becken von dem Abstützensystem **7** und die Schenkel vom verstellbaren nachgebenden Gurt **8** gestützt ist bzw. sind. Der Apparat **1** hat die folgenden drei Freiheitsgrade, wie die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) zeigen:

1. Die Neigung in der sagittalen Ebene wie in [Fig. 2](#) dargestellt, wobei die Neigung mechanisch auf z. B. ± 15 Grad mittels Bewegungsbegrenzern beschränkt ist.
2. Die Neigung in der frontalen Ebene wie in [Fig. 3](#) dargestellt, wobei die Neigung mechanisch auf z. B. ± 15 Grad mittels Bewegungsbegrenzern beschränkt ist.
3. Die Kniebeugung wie in [Fig. 4](#) dargestellt, wobei die Neigung mechanisch auf z. B. 15 Grad mittels locker gespannter, mit dem verstellbaren nachgebenden Gurt verbundener Drähte beschränkt ist.

[0042] Das verstellbare Federsystem **4** und die Eigenschaften und Funktionen sind im Einzelnen in [Fig. 5](#) bis [Fig. 14](#) dargestellt. [Fig. 5](#) zeigt den Unterteil eines senkrechten Stabes mit dem zwei Freiheitsgrade aufweisenden verstellbaren Federsystem **4**, von der Seite betrachtet. Es besteht aus einem mit der Grundplatte **3** verbundenen Basiszylinder **11**, einer Schraubenfeder **12**, die am unteren Ende mit der Grundplatte **3** und am oberen Ende mit einem steifen

Teil **13** des senkrechten Stabes **6** verbunden ist, einem Einstellzylinder **14**, der aus einer um die Feder **12** angeordneten äußeren Hülle besteht, die mit einer Innenfläche an der Außenseite der Feder **12** anliegt. Der Einstellzylinder **14** ist durch eine Gewindebindung mit dem Basiszylinder **11** verbunden und kann durch Drehung höhenverstellt werden. Auf dem Einstellzylinder **14** liegt ein Abstandshalter **15** zur Erzeugung eines senkrechten Abstandes zwischen der oberen Kante **16** des Einstellzylinders **14**, oberhalb derer sich die Feder **12** biegen kann, und dem Begrenzer **10**, der eine runde Öffnung **17** hat, durch die das steife Teil **13** des senkrechten Stabes **6** geführt ist. Ein Paar Verriegelungsplatten **18** ist am Begrenzer **10** schwenkbar gelagert und kann geschaltet werden zwischen einerseits einer verriegelten Stellung gemäß [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#), worin die zwei in den Platten **18** befindlichen halbkreisförmigen Öffnungen den Stab **6** in einer im Wesentlichen senkrechten Stellung verriegeln, und andererseits einer unverriegelten Stellung gemäß [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#), worin die Verriegelungsplatten **18** den Stab **6** freigeben und diesem somit erlauben, eine geneigte Stellung anzunehmen.

[0043] Durch Drehung des Einstellzylinders **14** kann die freie, effektive Länge der Feder **12** variiert werden, wodurch sich auch die mechanische Steifigkeit des zwei Freiheitsgrade aufweisenden verstellbaren Federsystems **4** verändert. Somit vereint das hierin offenbarte verstellbare Federsystem **4** das zwei Freiheitsgrade aufweisende Gelenk und die Vorspanneinrichtung, die dazu dient, den Benutzer **2** in eine aufrechte Position zu drücken, wenn davon in einer frontalen bzw. sagittalen Ebene des Benutzers **2** abgewichen wird, zu einem einzelnen Element, welches eine preiswerte und einfache Herstellung ermöglicht und praktisch wartungsfrei bei sehr geringen Abmessungen ist.

[0044] Andere Funktionen, wie der Begrenzer **10** zur Neigungsbegrenzung des senkrechten Stabes **6** und die Verriegelungsvorrichtung **18**, sind leicht in das erfindungsgemäße verstellbare Federsystem **4** zu integrieren. Die Verriegelungsvorrichtung, die aus den beiden schwenkbaren Verriegelungsplatten **18** besteht, wird zur Stabilisierung des Trainers **1** eingesetzt, wenn z. B. eine Person **2** die Vorrichtung **1** betritt oder verlässt oder wenn die Steifigkeit des Federsystems **4** durch Drehung des Einstellzylinders **14** verstellt wird.

[0045] Die [Fig. 9](#) bis [Fig. 11](#) zeigen Vertikalschnitte des verstellbaren Federsystems **4**, in welchen die Biegung der Feder **12** und die Wirkung der senkrechten Verstellung des Einstellzylinders **14** demonstriert wird.

[0046] [Fig. 9](#) zeigt einen Vertikalschnitt durch den Unterteil eines senkrechten Stabes **6** mit der Verriegelungsvorrichtung **18** in verriegelter Stellung, von

der Seite betrachtet, und in [Fig. 10](#) ist die Verriegelungsvorrichtung **18** in unverriegelter Stellung und der steife Oberteil **13** des Stabes **6** in geneigter Stellung gezeigt. Der Unterteil der Feder **12** wird auf der Außenseite durch die Innenseite des Einstellzylinders **14** gestützt, so dass sich die Feder **12** nur ab der Höhe der oberen Kante **16** des Einstellzylinders **14** biegen kann. Dadurch ist die effektive Länge der Feder **12** reduziert, wodurch sich die Steifigkeit des verstellbaren Federsystems **4** in der Stellung des Einstellzylinders **14** gemäß [Fig. 11](#) erhöht gegenüber der Stellung gemäß [Fig. 10](#) infolge der höheren Lage der Oberkante **16**.

[0047] Die aktuellen Neigungswinkel der senkrechten Stäbe **6** werden mit zwei Transducern gemessen, welche für den Neigungswinkel in der sagittalen bzw. frontalen Ebene je ein Ausgangssignal liefern. Ein Transducer, der für diesen Zweck entwickelt und für die Neigungsmessung in der frontalen Ebene eingerichtet wurde, ist in den [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) dargestellt, wobei die [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) Querschnitte in der sagittalen Ebene zeigen und [Fig. 14](#) einen Querschnitt in der frontalen Ebene darstellt. Der Transducer umfasst einen Schieber **19**, der in einer Öffnung des steifen Oberteils **13** des senkrechten Stabes **6** angebracht ist, wobei der Schieber **19** in der Längsrichtung des Oberteils **13** verschiebbar ist, so dass die Veränderung der Strecke zum Oberteil **13** bei einer Neigungswinkelveränderung ausgeglichen wird, sowie einen verstellbaren Widerstand **20**, einen Trimpotentiometer, der auf dem Basiszylinder **11** oder der Grundplatte **3** angebracht ist. Der Schieber **19** und der verstellbare Widerstand **20** sind mit einem Stab **21** aus dünnem Blech verbunden, der in der frontalen Ebene wesentlich breiter ist als in der sagittalen Ebene, so dass sich der Stab **21** bei einer Neigung in der sagittalen Ebene gemäß [Fig. 13](#) biegt, wohingegen eine Neigung in der frontalen Ebene zu einer Drehung des beweglichen Kontakts des verstellbaren Widerstands **20** und somit zu einer Änderung seines Widerstands führt, welche als Ausgangssignal für die Anzeige des Neigungswinkels in der frontalen Ebene dient. Ein ähnlicher Transducer ist an dem anderen senkrechten Stab **6** zur Messung des Neigungswinkels in der sagittalen Ebene vorgesehen. Die Signale von den Transducern werden zu einer elektronischen Schnittstelle geführt, welche die beiden Neigungswinkel des Trainers in Maus- und/oder Joysticksignale verwandelt, die zum Mausanschluss bzw. zum Spielanschluss des Personalcomputers geleitet werden, wie schematisch in [Fig. 15](#) dargestellt.

[0048] Die Funktion der Schnittstelle ist in zwei graphischen Darstellungen gemäß [Fig. 16](#) gezeigt. In der Mitte der linken Darstellung bedeutet eine viereckige Fläche eine tote Zone für beide Neigungswinkel, wo keine Änderungen an den Computer signalisiert werden. Dies entspricht dem Ausgangssignal

der Computermaus beim Stillstand derselben oder dem Zustand des Joysticks, wenn er in neutraler Stellung gehalten wird. Eine in der Vorrichtung befindliche Person steht dem Bildschirm eines PCs gemäß [Fig. 1](#) gegenüber. Um den Cursor am Bildschirm in die gewünschte Richtung zu bewegen, muss die Person die Körperhaltung in der sagittalen oder frontalen Ebene oder gleichzeitig in beiden Ebenen verändern.

[0049] Wenn die tote Zone z. B. auf eine Bewegung von ± 5 Grad in beiden Ebenen gestellt wird, so wird die Person Sprunggelenk- und Hüftbewegungen im Bereich von mindestens ± 5 Grad leisten müssen, solange sie versucht, den Cursor auf dem Bildschirm zu bewegen oder den Zustand des Joysticks zu verändern. Auf der rechten Darstellung wird ein mögliches Verhältnis zwischen dem momentanen Neigungswinkel in jeder Ebene und der Geschwindigkeit des bewegten Cursors auf dem Computerbildschirm gezeigt. Solange die tote Zone nicht überschritten wird, bleibt das Ausgangssignal der Schnittstelle unverändert. Der über die tote Zone hinaus gehende Neigungswinkel manifestiert sich durch eine lineare Erhöhung der Cursorgeschwindigkeit. Allerdings kann ein anderes Verhältnis implementiert werden. Die Maustasten können am Abstützsystem innerhalb der Reichweite der in der Vorrichtung befindlichen Person befestigt sein.

[0050] Durch Kopplung des Apparates mit dem PC werden Maus und Joystick ersetzt, welche in den meisten EDV-Anwendungen die vorwiegenden Eingabegeräte sind. Auf diese Weise übt die in der Vorrichtung befindliche Person heilsames Bewegungs- und Gleichgewichtstraining

1. durch Nutzung des weiter unten beschriebenen fortgeschrittenen Gleichgewichtstrainings- und Auswertungsprogramms,
2. durch Spielen ihres Lieblingscomputerspieles, und/oder
3. durch den Einsatz von anderen EDV-Anwendungen.

[0051] Dabei wird das Gleichgewicht der in der Vorrichtung befindlichen Person perturbiert und wiederhergestellt, wodurch das verbleibende zentrale und periphere Nervensystem in sich umgeschult wird und alternative Gleichgewichtsstrategien entwickelt werden.

[0052] Mit einer entsprechenden Wahl der abstützender Steifigkeit, wie dies durch das verstellbare Federsystem bereitgestellt wird, könnte ein großer Teil der durch unterschiedliche Behinderungen betroffenen Bevölkerung, der ohne Hilfestellung nicht stehen kann, in der Lage sein, die Gleichgewichtsfähigkeit neu zu erlernen.

Das fortgeschrittene Gleichgewichtsschulungs- und Auswertungsprogramm

[0053] Eine weitere vorteilhafte Komponente, die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, sowie mit anderen ähnlichen Schulungseinrichtungen genutzt werden kann, ist das fortgeschrittene Gleichgewichtsschulungs- und Auswertungsprogramm, der Folgendes bereitstellt:

1. Mittel zur Herstellung eines individuellen Gleichgewichtsschulungsprogramms und
2. Mittel zur objektiven Auswertung der Gleichgewichtsfähigkeit der jeweiligen Person.

[0054] Eine objektive Auswertung ist notwendig, um dem Patienten bzw. Therapeut Rückmeldungen über eine Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit als Ergebnis von täglichem Üben in der Vorrichtung zu geben. Im Folgenden wird ein Beispiel eines Softwarealgorithmus beschrieben, der für Gleichgewichtstraining und Auswertung von neurologisch beeinträchtigten Personen geeignet ist. Dabei stehen diese in der Vorrichtung bei vorbestimmten Höhen der durch das verstellbare Federsystem und die gegebene tote Zone erzielten Unterstützung, die durch die oben beschriebene elektronische Schnittstelle implementiert wird.

[0055] [Fig. 17A–D](#) zeigt vier Bildschirmabbildungen des Computerschulungsprogramms. Die erste auf dem Computerbildschirm erscheinende Szene ist in [Fig. 17A](#) dargestellt. In der Mitte des Computerbildschirms erscheint ein Objekt, welches hier die Form eines Kreises hat (kann aber auch eine andere Form aufweisen). Dieser Kreis wird als Verfolger bezeichnet. Rund um den Verfolger sind acht zusätzliche Kreise auf solche Weise gezeichnet, dass ein symmetrisches Objekt entsteht, dessen Bestandteile vom Verfolger gleich weit entfernt sind. Jeder Kreis dieses symmetrischen Objekts ist als ein Ziel gekennzeichnet. Es können mehr oder weniger als die in diesem Ausführungsbeispiel angegebenen acht Ziele vorhanden sein. Alle diese Ziele haben dieselbe Größe (in Falle von Kreisen, den gleichen Durchmesser), während die Größe des Verfolgers (im Falle eines Kreises, der Durchmesser) variieren kann. So kann diese Größe 10%, 30%, 50%, 70% oder 90% der Zielgröße betragen, um fünf verschiedene Schwierigkeitsniveaus zu schaffen. Die Aufgabe der in der Vorrichtung befindlichen Person besteht darin, den Verfolger in eines der ausgewählten Ziele zu bewegen und ihn dort für eine gewisse Zeit zu halten. Dies wird als Verfolgungsversuch bezeichnet. Der Algorithmus kann in die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte zusammengefasst werden:

- Schritt 1 ([Fig. 17B](#)): Die erste Aufgabe für eine in der Vorrichtung befindliche Person besteht darin, den Cursor in die vom Verfolger belegte Zone hinein zu bewegen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Größe des Verfolgers gleich derjenigen der Ziele. So-

bald der Mauscursor in diese Zone gebracht wird, leitet sich ein Verfolgungsversuch ein, und der Verfolger verriegelt sich mit dem Mauscursor, d. h. er bewegt sich danach genauso wie der Mauscursor.

- Schritt 2 (**Fig. 17C**): Wenn der Verfolger mit dem Mauscursor verriegelt ist, wird eines der zufällig ausgewählten Ziele aktiv und beginnt zu blinken, z. B. verändert sich farblich zwischen den beiden vorgegebenen Farben, was in **Fig. 17C** als fett gedruckt dargestellt ist. Zur gleichen Zeit ändert sich die Größe des Verfolgers gemäß dem zu Beginn der Übung gewählten, vorgeschriebenen Schwierigkeitsniveau.

- Schritt 3 (**Fig. 17D**): Die zweite Aufgabe besteht darin, den Verfolger derart in das aktive Ziel hinein zu bewegen, dass die gesamte Fläche des Verfolgers in der vom aktiven Ziel belegten Zone für mindestens eine Sekunde gehalten wird. Die an die Person zur Verfügung gestellte Zeit, den Verfolgungsversuch zu vollenden, kann variiert werden. Als Beispiel seien zwei verschieden lange Zeitintervalle als „langsam“ und „schnell“ bezeichnet, die jeweils 10 bzw. 5 Sekunden betragen. Falls die Aufgabe, den Verfolger in das Ziel zu bewegen und ihn dort für die vorgeschriebene Zeit zu halten, vor Ablauf des vorgeschriebenen Zeitintervalls ausgeführt wird, dann gilt der Verfolgungsversuch als erfolgreich durchgeführt, und dies wird entsprechend an die Person signalisiert, z. B. durch einen Hochfrequenzpiepton. Falls dagegen der Zeitintervall abläuft, ohne dass die Person erfolgreich ist, wird dies ebenso signalisiert, z. B. durch einen Niederfrequenzpiepton. Die beschriebene Signalisierung kann jede andere geeignete Form annehmen.

- Schritt 4 (**Fig. 17A**): Nachdem entweder die Person die Aufgabe erfolgreich durchgeführt hat oder der ausgewählte Zeitintervall vor Beendigung des Verfolgungsversuchs abgelaufen ist, wird der Verfolgungsversuch beendet und der Verfolger vom Mauscursor gelöst. Dann wird die Größe des Verfolgers neu bestimmt, um den gleichen Durchmesser wie die Zielkreise zu erhalten, wobei der Verfolger zurück zur Mitte des Computerbildschirms in Position gebracht wird, während das Resultat des Verfolgungsversuchs im Computerspeicher hinterlegt wird.

- Schritt 5: Der Algorithmus ist untätig und wartet, bis die in der Vorrichtung befindliche Person sich vornimmt, einen weiteren Verfolgungsversuch zu starten, indem sie den Schritt 1 wieder durchführt.

[0056] Ein Probelauf besteht aus einer gewissen Anzahl von Wiederholungen der oben genannten fünf Schritte. Wird jedes Ziel, die eine von acht Bewegungsrichtungen darstellt, beispielsweise fünf Mal wiederholt, und zwar in zufälliger Reihenfolge, welche der in der Vorrichtung befindlichen Person nicht bekannt ist, dann werden insgesamt vierzig Verfol-

gungsversuche innerhalb eines jeden Probelaufes durchgeführt.

[0057] Wenn der Probelauf vollendet ist, wird die prozentuale Auswertung für jeden der acht Ziele errechnet. Die prozentuale Auswertung wird dann zur Auswertung der Leistungsfähigkeit des Patienten benutzt. Zum Beispiel können die prozentualen Auswertungen für alle einzelnen Ziele gemittelt und das Ergebnis dem Patienten vorgelegt werden. Zusätzlich wird eine noch komplexere Auswertung der Probelaufergebnisse auf dem Bildschirm des PCs auf geeignete Weise dargestellt. Zum Beispiel kann an jeder Zielstelle ein Balken erscheinen, der beispielsweise aus fünf Elementen bestehen kann, wenn fünf Wiederholungen pro Probelauf für jedes Ziel angewandt werden sollen. Je nach der Anzahl von erfolgreich abgeschlossenen Verfolgungsversuchen wird eine entsprechende Anzahl von Balkenelementen beleuchtet. Zusätzlich zeigt ein anderer Balken die Ergebnisse des erfolgreichsten Probelaufs (bewertet z. B. nach der mittleren prozentualen Auswertung), der unter den gleichen Bedingungen (umfassend das verstellbare Federsystem, die tote Zone, das Schwierigkeitsniveau und den Zeitintervall) von der gleichen Person bei vorhergehenden Trainingsübungen durchgeführt wurde. Durch diesen Vergleich ist eine Verbesserung bzw. Verschlechterung der Gleichgewichtsfähigkeit der Person optisch darstellbar. Ein weiterer Verbesserungshinweis ergibt sich durch Änderung der Probelaufbedingungen (umfassend das verstellbare Federsystem, die tote Zone, das Schwierigkeitsniveau und den Zeitintervall). Eine Verbesserung erweist sich durch eine verringerte Unterstützung seitens des verstellbaren Federsystems, eine erhöhte tote Zone (einen erhöhten Körperraum), ein erhöhtes Schwierigkeitsniveau (eine erhöhte Präzision der Feinregulierung der gewünschten Haltung) oder einen verringerten Zeitintervall (eine erhöhte Geschwindigkeit der Haltungsreaktion). Die obige Beschreibung des Auswertungsprogramms dient nur als Beispiel. Andere Auswertungen eines Probelaufs können angewandt werden.

[0058] Die Schlüsselidee hinter dem vorgeschlagenen Algorithmus für Schulung und Auswertung von Gleichgewichtsfähigkeiten ist, ein einheitliches Neurorehabilitationsprogramm bereitzustellen, welches den direkten Vergleich der Gleichgewichtsfähigkeit einer bestimmten Person zwischen verschiedenen Probelläufen sowie den direkten Vergleich zwischen verschiedenen von unterschiedlichen Personen durchgeführten Probelläufen ermöglicht. Die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeiten kann direkt anhand von verminderten bzw. erhöhten Parametern (dem verstellbaren Federsystem, der toten Zone, dem Schwierigkeitsniveau oder dem Zeitintervall) beobachtet werden.

[0059] Aus den obigen Ausführungen ist es ersicht-

lich, dass die Benutzung der Einrichtung nicht nur auf neurologisch Beeinträchtigte begrenzt ist, sondern auch für Gleichgewichtstraining im Sport, etc. geeignet ist.

Patentansprüche

1. Gleichgewichtstrainer (1), umfassend zwei senkrechte Stützstäbe (6), die jeweils am unteren Ende mit einer Grundplatte (3) durch ein zwei Freiheitsgrade aufweisendes Gelenk verbunden sind, eine Abstützvorrichtung (7) zum Tragen des Beckens eines zwischen den beiden senkrechten Stützstäben (6) stehenden Benutzers (2), wobei die Abstützvorrichtung (7) jeweils mit dem oberen Ende eines jeden Stützstabes (6) durch ein Gelenk (5) mit einem Freiheitsgrad verbunden ist, wodurch eine gemeinsame Bewegung der Abstützvorrichtung (7) und der senkrechten Stäbe (6) in der Ebene der beiden senkrechten Stäbe (6) ermöglicht wird, und eine Vorspanneinrichtung (12), die dazu dient, den Benutzer (2) in eine aufrechte Position zu drücken, wenn davon in einer frontalen bzw. sagittalen Ebene des Benutzers (2) abgewichen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der senkrechten Stäbe (6) einen elastischen Unterteil (12) aufweist, der einen steiferen Oberteil (13) des Stabes (6) mit der Grundplatte (3) verbindet und sowohl das dazwischen liegende Gelenk (4) als auch die Vorspanneinrichtung (12) darstellt, und dass der Gleichgewichtstrainer weiter eine Einstellvorrichtung (14) zur Regulierung der Steifheit des elastischen Unterteils (12) umfasst.

2. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der beiden senkrechten Stäbe (6) einen elastischen Unterteil (12) aufweist, der einen steiferen Oberteil (13) des Stabes (6) mit der Grundplatte (3) verbindet und sowohl das dazwischen liegende Gelenk (4) als auch die Vorspanneinrichtung (12) darstellt.

3. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der elastische Unterteil als senkrechte Schraubenfeder (12) ausgeführt ist.

4. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter umfassend einen Begrenzer (10), der den Neigungswinkel aus der Vertikalen bei jedem senkrechten Stab (6) begrenzt.

5. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Einstellvorrichtung (14) die Steifheit des elastischen Unterteils (12) durch Einstellung der effektiven Länge desselben beeinflusst werden kann.

6. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstellvorrichtung

(14) für jeden senkrechten Stab (6) eine um den elastischen Teil (12) angeordnete Außenhülle (14) umfasst, wobei eine senkrechte Innenfläche der Hülle (14) an der Außenseite des elastischen Teils (12) anliegt und die Hülle (14) höhenverschiebbar ist, so dass mit deren Hilfe die effektive Länge des elastischen Teils (12) regulierbar ist.

7. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzer (10) runde Öffnungen (17) umgrenzen, durch die die senkrechten Stäbe (6) geführt sind, und dass die Begrenzer (10) jeweils mit der entsprechenden Hülle (14) verbunden sind und zusammen mit dieser verschiebbar sind.

8. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend eine Verriegelungsvorrichtung (18), mit deren Hilfe die senkrechten Stäbe (6) temporär in einer senkrechten Position verriegelbar sind.

9. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verriegelungsvorrichtung (18) mit den Hüllen (14) verbunden ist und zusammen mit diesen verschiebbar ist.

10. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend eine Kniestützvorrichtung (8), die so angeordnet ist, dass mit deren Hilfe die Vorderseite beider Beine des Benutzers (2) im Bereich des oberen Endes der Unterschenkel gestützt wird, wobei die Kniestützvorrichtung (8) so ausgeführt ist, dass sie der Bewegung des Benutzers (2) sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene folgt.

11. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kniestützvorrichtung (8) nachgiebig ist.

12. Gleichgewichtstrainer gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachgiebigkeit der Kniestützvorrichtung (8) justierbar ist.

13. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kniestützvorrichtung (12) mit mindestens einem der senkrechten Stäbe (6) verbunden ist.

14. Gleichgewichtstrainer gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend eine Sensoreinheit (19, 20, 21) zur Messung der Neigung der senkrechten Stäbe (6) sowohl in der frontalen als auch in der sagittalen Ebene sowie zur Erzeugung eines entsprechenden Ausgangssignals.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

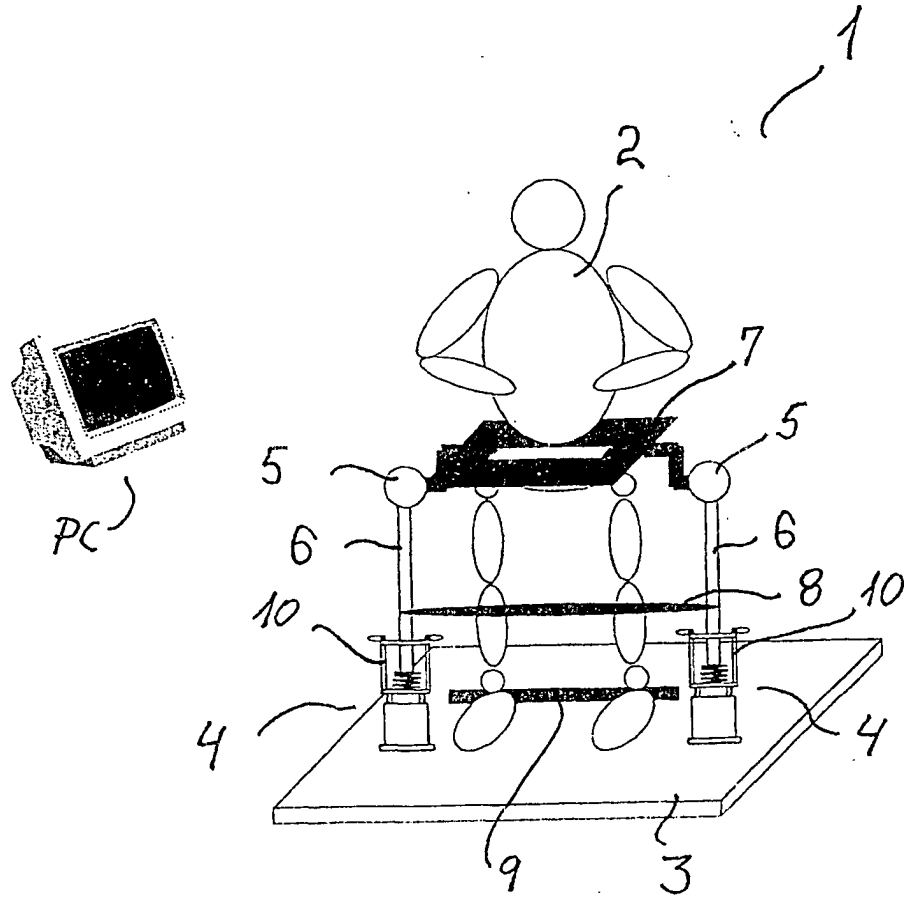


Fig. 1

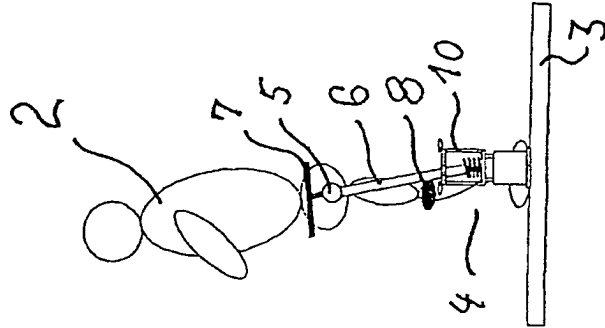


Fig. 2

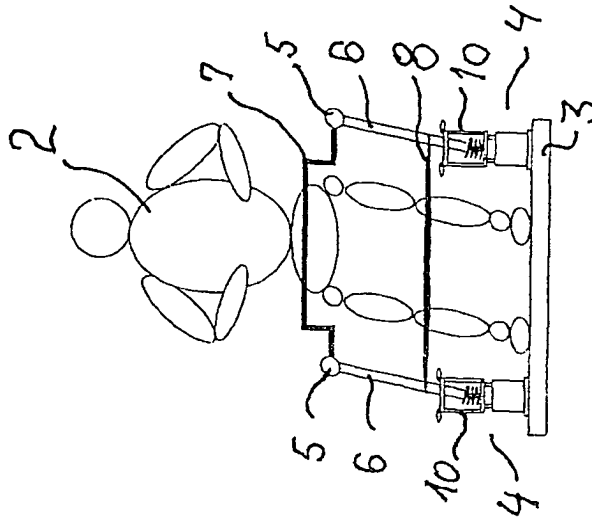


Fig. 3

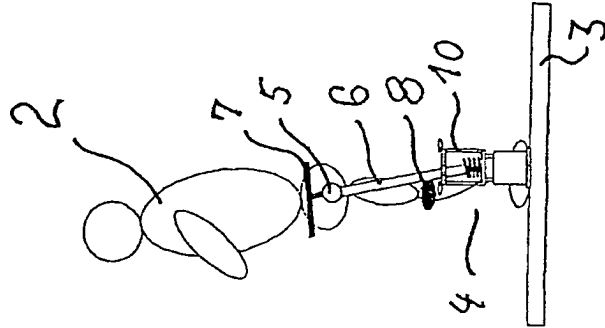


Fig. 4

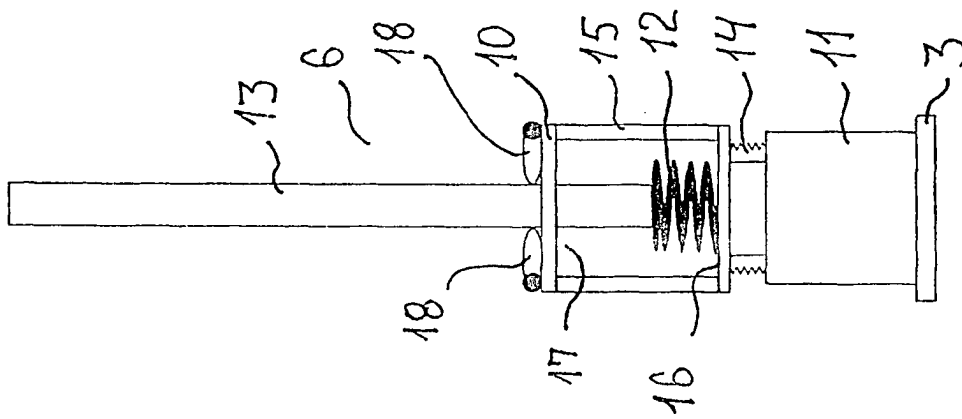


Fig. 5

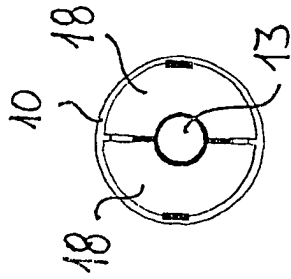


Fig. 6

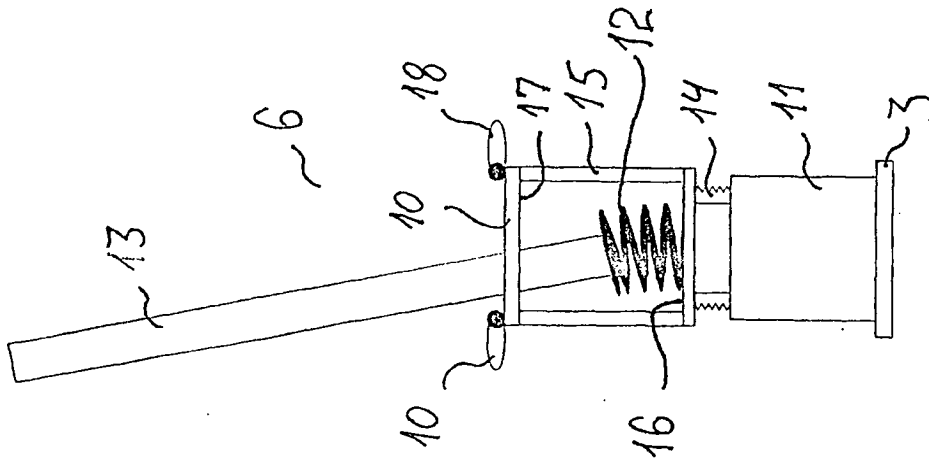


Fig. 7

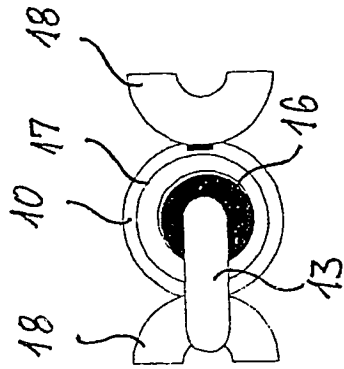


Fig. 8

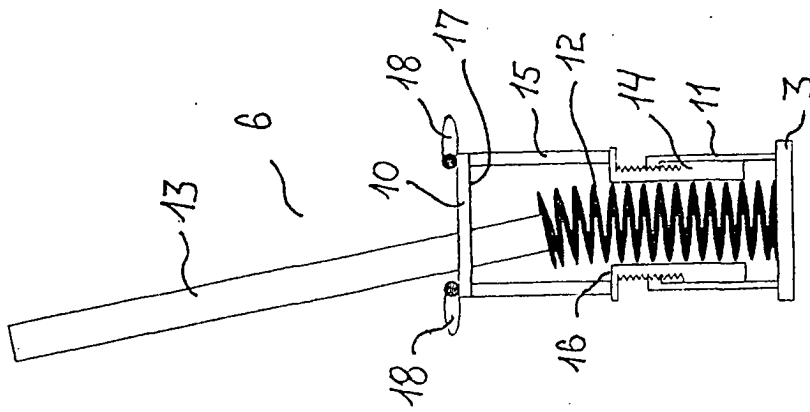


Fig. 9

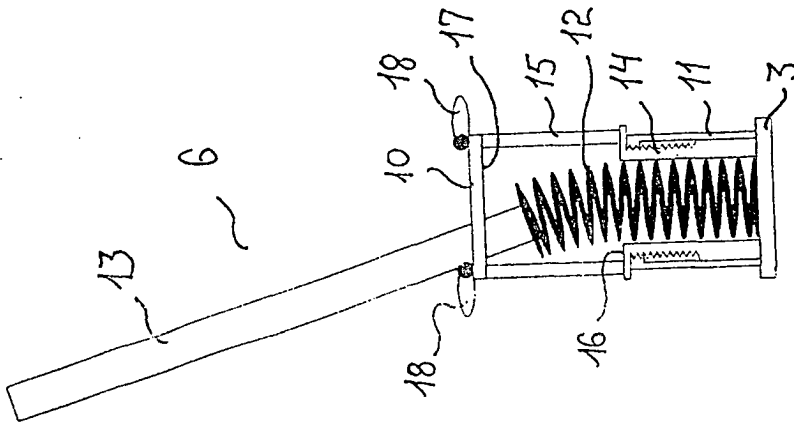


Fig. 10

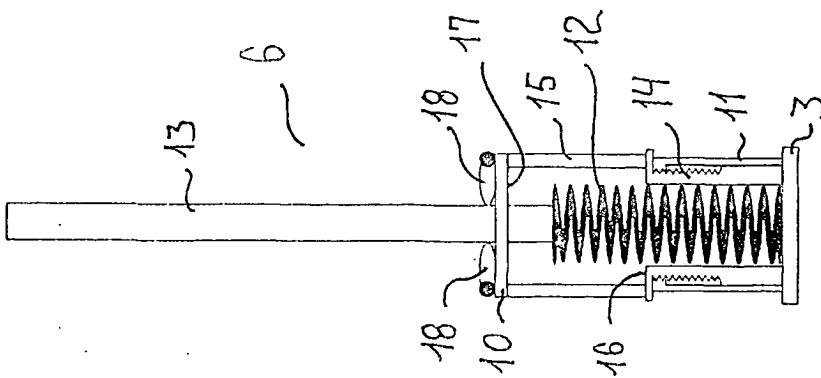


Fig. 11

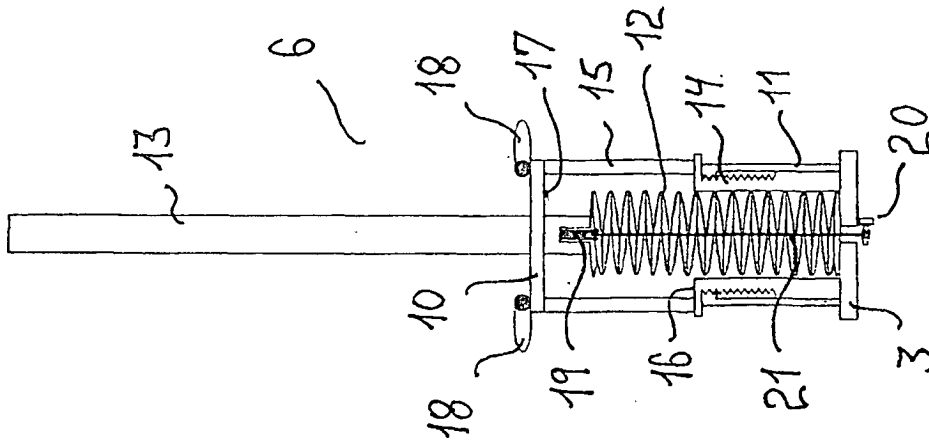


Fig. 12

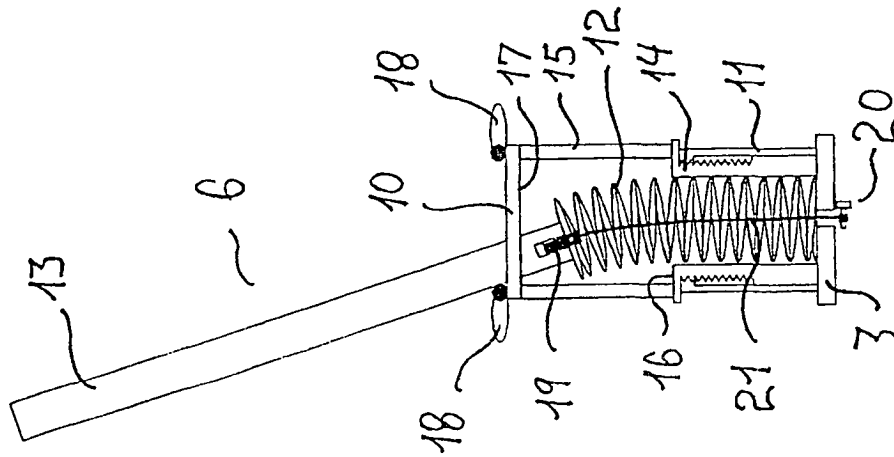


Fig. 13

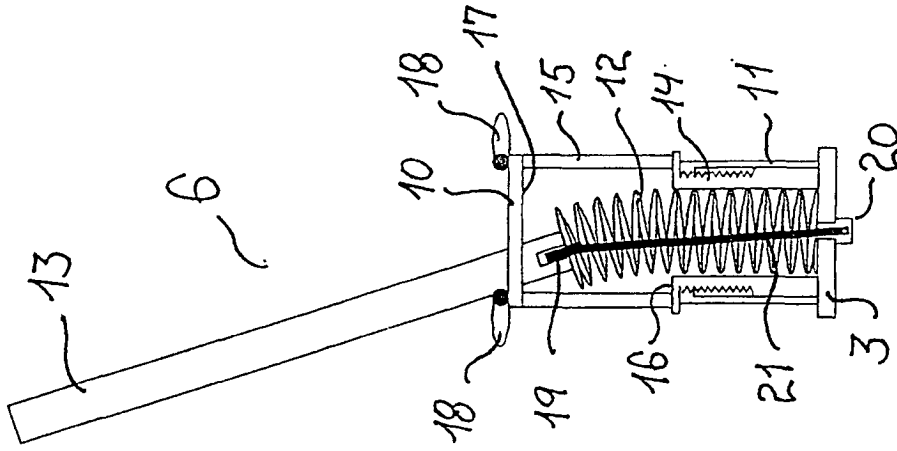


Fig. 14

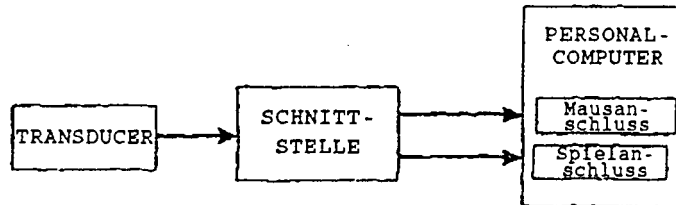


Fig. 15

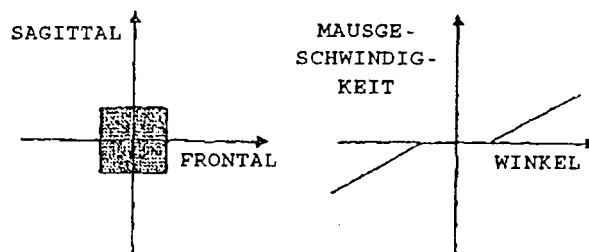


Fig. 16

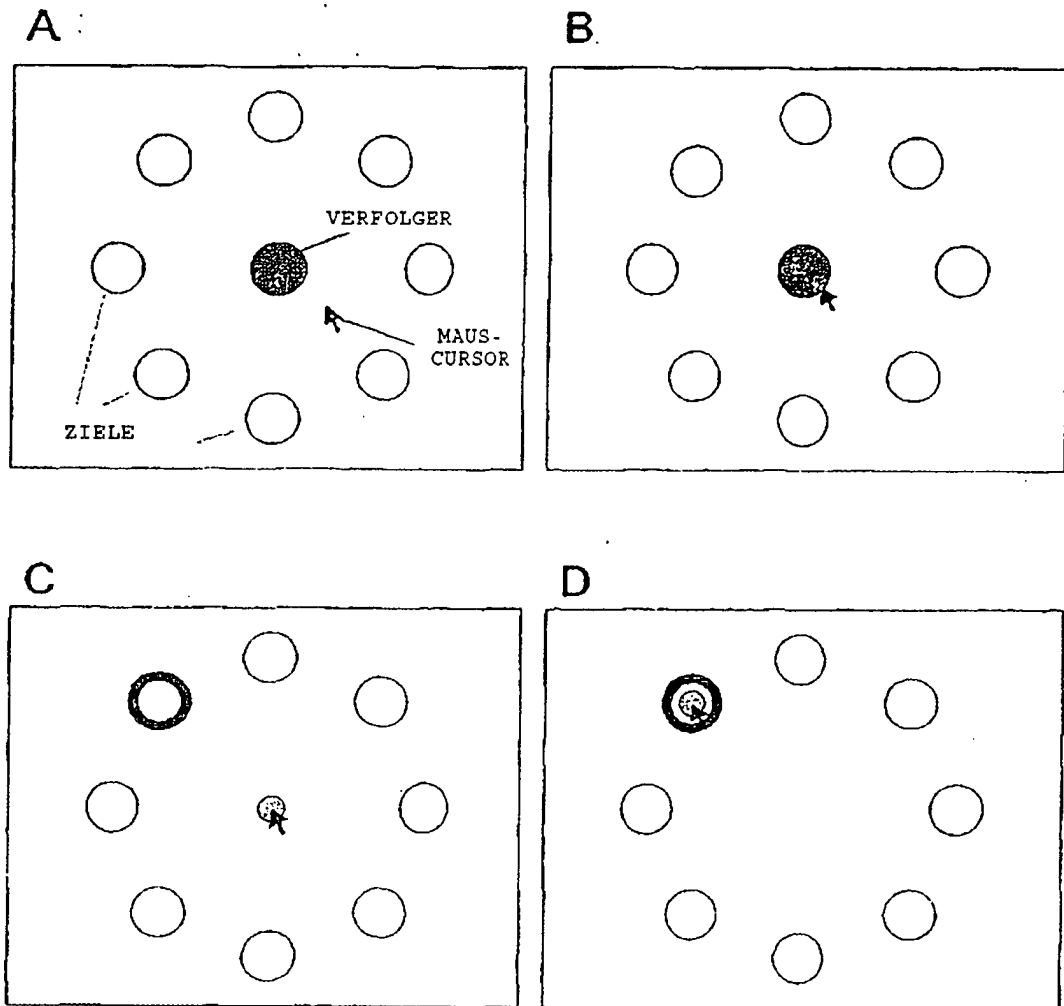


Fig. 17