CH 651 192 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 651 192 A5

(51) Int. Cl.⁴: A 61 B 17/58

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 8599/80

(22) Anmeldungsdatum: 20.11.1980

(24) Patent erteilt: 13.09.1985

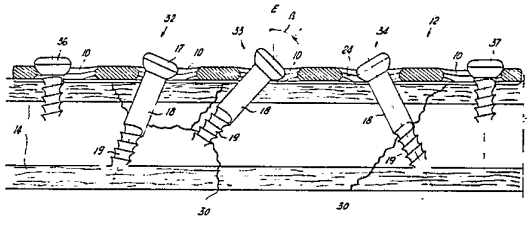
(45) Patentschrift veröffentlicht: 13.09.1985

(73) Inhaber:
Synthes AG Chur, Chur

(72) Erfinder:
Klaue, Kaj, Davos-Platz

(54) Osteosynthetische Vorrichtung und dazu passende Bohrlehre.

(57) Die Vorrichtung zur Stabilisierung des Bereiches eines Knochenbruches oder einer Osteotomie bei der Kompressions-Osteosynthese besteht aus einer zur Auflage auf den zu stabilisierenden Bereich des Knochens bestimmten Platte und zur Platte passenden, zur Fixierung der Knochenteile bezüglich der Platte bestimmten Kugelkopfschrauben. Die Platte (12) weist mindestens ein länglich ausgebildetes Loch (10) auf, dessen längsseitige Wandungen ein gegenüber der Plattenoberfläche abgesenktes Widerlager für den Schraubenkopf (17) bilden. Die längsseitigen Wandungen des Loches sind als Gleitbahn (24) ausgebildet, in welcher der Schraubenkopf (17) sich parallel zur jeweiligen Schraubenlängsachse verschieben kann. Das Loch (10) und die Schraube (18) sind so ausgebildet, dass die Schraube unter einen Neigungswinkel (β) von bis zu 45° gegenüber einer lotrecht auf die Lochlängsachse (L) stehenden Ebene (E) eingebracht werden und im Loch bei einem Neigungswinkel (β) von 45° mindestens einen Drittel des Schaftdurchmessers (d), gemessen lotrecht zur Schraubenachse (S), gleiten kann.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Stabilisierung des Bereiches eines Knochenbruches oder einer Osteotomie bei der Kompressions-Osteosynthese, bestehend aus einer zur Auflage auf den zu stabilisierenden Bereich des Knochens bestimmten Platte und zur Platte passenden, zur Fixierung der Knochenteile bezüglich der Platte bestimmten Kugelkopfschrauben, wobei die Platte mindestens ein länglich ausgebildetes Loch aufweist, dessen längsseitige Wandungen ein gegenüber der Plattenoberfläche abgesenktes Widerlager für den Schraubenkopf bilden, dadurch gekennzeichnet, dass die längsseitigen Wandungen des Loches als Gleitbahn ausgebildet sind, in welcher der Schraubenkopf sich parallel zur jeweiligen Schraubenlängsachse verschieben kann, wobei das Loch und die Schraube so ausgebildet sind, dass die Schraube unter einem Neigungswinkel (β) von bis zu 45° gegenüber einer lotrecht auf die Lochlängsachse (L) stehenden Ebene (E) eingebracht wird und im Loch bei einem Neigungswinkel (β) von 45° um mindestens einen Drittel des Schaftdurchmessers (d), gemessen lotrecht zur Schraubenachse (S), gleiten kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei mindestens einem Teil der Schrauben der Schraubenschaft zwischen dem Schraubenkopf und dem Gewindeteil ein gewindefreies zylindrisches Zwischenstück aufweist, dessen Durchmesser mindestens gleich gross ist, wie der Aussendurchmesser des Gewindeteils.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei mindestens einem Teil der Schrauben der Schraubenschaft auf seiner ganzen Länge mit einem Gewinde versehen ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das durch die längsseitigen Wandungen des Loches gebildete Widerlager mindestens teilweise durch den Mantel eines Zylinders definiert wird, dessen Achse zur Lochlängsachse parallel verläuft.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das durch die längsseitigen Wandungen des Loches gebildete Widerlager mindestens teilweise durch zwei Ebenen definiert wird, die sich in einer zur Lochlängsachse parallelen Geraden schneiden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des Loches oder die Längsachsen mindestens eines Teils der Löcher parallel zur Längsachse der Platte verlaufen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des Loches oder die Längsachsen mindestens eines Teils der Löcher schiefwinklig zur Längsachse der Platte verlaufen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des Loches oder die Längsachsen mindestens eines Teils der Löcher rechtwinklig zur Längsachse der Platte verlaufen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ränder der Löcher mindestens teilweise auf der vom Knochen abgewandten Seite der Platte gegenüber dem das Widerlager bildenden Teil der Wandungen nach aussen versetzt sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ränder der Löcher auf der am Knochen anliegenden Seite der Platte gegenüber der lichten Lochweite über mindestens einen Teil des Lochumfanges nach aussen versetzt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ränder der Löcher auf der am Knochen anliegenden Seite der Platte mindestens auf der frakturnahen Stirnseite des Loches und/oder auf der vom Knochen abgewandten Seite der Platte an der frakturfernen Stirnseite des Loches gegenüber der lichten Lochweite nach aussen versetzt sind.

12. Bohrlehre zum Bohren von schiefwinklig zur Knochenlängsachse verlaufenden Löchern in mittels einer Vorrichtung nach Anspruch 1 zu stabilisierenden Knochenteile, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine zur Führung des Bohrers bestimmte Bohrbüchse aufweist, welche mit einem kugelförmig ausgebildeten Lager bezüglich des Kugelmittelpunktes exzentrisch verbunden ist, wobei der Kugelradius des kugelförmigen Lagers gleich dem Kugelradius der Kugelkopfschrauben ist, welches kugelförmige Lager dazu bestimmt ist, beim Bohren in der Gleitbahn der Löcher der Platte am frakturnahen Ende des Loches anzuliegen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Bereiches eines Knochenbruches oder einer Osteotomie bei der Kompressions-Osteosynthese, sowie eine Bohrlehre zum Bohren von Löchern in Knochenteile, welche mittels dieser Vorrichtung zu stabilisieren sind.

Der Stand der Technik der Kompressions-Osteosynthese, sowohl vorrichtungsmässig als auch operationstechnisch, ist zusammenfassend in der folgenden Veröffentlichung beschrieben:

a) M.E. Müller, M. Allgöwer, R. Schneider und H. Willenegger, Manual der Osteosynthese (AO-Technik), 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1977.
b) B. Blaudi u.a., Hel. chir. Acta 46 (1979), 177–182.

Weiter ist bezüglich Vorrichtungen auf die folgenden patentschriftlichen Veröffentlichungen zu verweisen:

c) CH-PS 462 373
d) CH-PS 468 824
e) CH-PS 600 862
f) CH-PS 611 147
g) CH-PS 613 615
h) CH-PS 613 858

Bis jetzt wurde bei der Kompressions-Osteosynthese die Kompressionsplatte überwiegend nach dem Zuggurtungsprinzip angewendet. Dabei wird die Platte einseitig auf den zu stabilisierenden Bereich an die auf Zug beanspruchte Seite des Knochens angebracht und nach Vorspannung mittels Schrauben lotrecht zur Knochen- und Plattenlängsachse mit dem Knochen verschraubt; die der Platte gegenüberliegende Muskulatur sowie die physiologische Belastung schliesst durch zusätzliche dynamische Kompression den Frakturspalt (vgl. Veröffentlichung a).

Statische, interfragmentäre Kompression kann durch einfache Zugschrauben ohne Verwendung einer Platte erreicht werden (Veröffentlichung a).

Neuerdings wurde auch bereits vorgeschlagen, die Stabilisierung mittels Platte durch Hinzufügen einer schiefwinklig zur Knochen- und Plattenlängsachse verlaufenden, die Frakturspaltebene durchdringenden schrägen Zugschraube, deren Axialkraft eine zusätzliche interfragmentäre Kompression bewirkt, zu verbessern (vgl. Veröffentlichungen b, Seite 178 und Abb. 2B).

Der Anwendung der letzterwähnten Methode waren bisher jedoch enge Grenzen gesetzt, da die Geometrie der bisher bekannten Kompressionsplatten und Schrauben nur eine ungenügende Schwenkung der Schrauben gegenüber der Querebene und in geschwenktem und voll eingeschraubtem Zustande praktisch keine Längsbewegung der Schrauben, welche über ihre ganze Länge mit Gewinde versehen waren, in den Widerlagern der Löcher der Kompressionsplatte zuliess.

Es wurde nun gefunden, dass es für eine allgemeine wirkungsvolle Anwendung von schrägen Zugschrauben, sei es als ausschliessliches oder zusätzliches Kompressionselement, notwendig ist, dass die Schrauben in den Löchern der Platte um bis zu 45° gegenüber einer Querebene zur Lochlängsachse schwenkbar und in der Lochlängsrichtung in geschwenktem Zustand um eine wesentliche Strecke verschiebbar sind.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist demnach eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Bereiches eines Knochenbruches oder einer Osteotomie bei der Kompressions-Osteosynthese, bestehend aus einer zur Auflage auf den zu stabilisierenden Bereich des Knochens bestimmten Platte und zur Platte passenden, zur Fixierung der Knochenteile bezüglich der Platte bestimmten Kugelkopfschrauben, wobei die Platte mindestens ein länglich ausgebildetes Loch aufweist, dessen längsseitige Wandungen ein gegenüber der Plattenoberfläche abgesenktes Widerlager für den Schraubenkopf bilden, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die längsseitigen Wandungen der Löcher als Gleitbahn ausgebildet sind, in welcher der Schraubenkopf sich parallel zur jeweiligen Schraubenlängsachse verschieben kann, wobei das Loch und die Schraube so ausgebildet sind, dass die Schraube unter einen Neigungswinkel (β) von bis zu 45° gegenüber einer lotrecht auf die Lochlängsachse (L) stehenden Ebene (E) eingebracht werden und im Loch bei einem Neigungswinkel (β) von 45° um mindestens einen Drittel des Schaftdurchmessers (d), gemessen lotrecht zur Schraubenachse (S), gleiten kann.

Zweckmässigerweise weist bei den als schräge Zugschrauben zu verwendenden Schrauben der Schraubenschaft zwischen dem Schraubenkopf und dem Gewindeteil ein gewindefreies zylindrisches Zwischenstück auf, dessen Durchmesser mindestens gleich gross ist, wie der Aussendurchmesser des Gewindeteils, während bei den zur Fixierung der Platte am Knochen bestimmten Schrauben der Schraubenschaft auf seiner ganzen Länge mit einem Gewinde versehen ist.

Zweckmässigerweise wird das durch die längsseitigen Wandungen des Loches gebildete Widerlager mindestens teilweise entweder durch den Mantel des Zylinders, dessen Achse zur Plattenachse parallel verläuft oder mit dieser zusammenfällt, oder aber durch zwei Ebenen definiert, die sich in einer der Lächsachse der Platte parallelen Geraden schneiden.

Vorzugsweise sind die Ränder der Löcher auf der vom Knochen abgewandten Seite der Platte gegenüber der äussersten Begrenzung des das Widerlager bildenden Teils der Wandungen mindestens an der frakturfernen Stirnseite des Loches noch nach aussen versetzt, d.h. die Löcher sind nach aussen derart erweitert, dass die Erweiterung einen Teil eines Trichters bildet. Vorzugsweise ist dies auch auf der am Knochen anliegenden Seite der Platte gegenüber der lichten Lochweite, insbesondere an der frakturnahen Stirnseite des Loches, der Fall, d.h. auch dort sind die Löcher nach aussen derart erweitert, dass die Erweiterung einen Teil eines Trichters bildet.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Bohrlehre zum Bohren von schiefwinklig zur Knochenlängsachse verlaufenden Löchern in mittels einer erfindungsgemässen Vorrichtung zu stabilisierende Knochenteile, dass sie eine zur Führung des Bohrers bestimmte Bohrbüchse aufweist, welche mit einem kugelförmig ausgebildeten Lager bezüglich des Kugelmittelpunktes exzentrisch verbunden ist, wobei der Kugelradius des kugelförmigen Lagers gleich dem Kugelradius der Kugelkopfschrauben ist, welches kugelförmige Lager dazu bestimmt ist, beim Bohren in der Gleitbahn der Löcher der Platte am frakturnahen Ende des Loches anzuliegen.

Die Erfindung wird anhand der Figuren 0 bis 7 erläutert. Bei den abgebildeten Knochen handelt es sich immer um Röhrenknochen. Dabei stellen dar:

Fig. 0 einen Längsschnitt durch eine mittels einer dynamischen Kompressionsplatte gemäss dem Stand der Technik fixierte Fraktur;

Fig. 1 eine Darstellung der bei Anwendung des Prinzips der schrägen Kompressionsschraube mit der erfindungsgemässen Vorrichtung entstehenden Kräfte und Momente;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung in appliziertem Zustand an einer mehrfragmentären Fraktur;

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung, bei welcher die Löcher auf der vom Knochen abgewandten Seite der Platte gegenüber dem das Widerlager bildenden Teil der Wandungen nach aussen versetzt sind;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung während der Herstellung durch Fräsen eines Loches mittels eines Kugelfräsers;

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung während des Ausfräsens der trichterförmigen Erweiterung (gemäss den Ansprüchen 10 und 11);

Fig. 6 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemässe Bohrlehre; und

Fig. 7 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemässe Vorrichtung mit der erfindungsgemässen Bohrlehre in Applikationslage.

In Fig. 0 ist ein Längsschnitt durch eine mittels einer dynamischen Kompressionsplatte fixierte Fraktur dargestellt. Diese Darstellung entspricht dem Stand der Technik. Die Kompressionsplatte 1 liegt mindestens angenähert bündig auf dem Knochen 5 auf, weist mindestens zwei Löcher (3) auf (nur eins dargestellt) und ist dort mittels einer Kugelkopfschraube 2 am Knochen 5 fixiert. Letztere stösst am Lochrand 4 an, was beim Einschrauben zum Abdrücken des Kopfes der Kugelkopfschraube 2, d.h. Verschiebung der Schraube in Richtung der Platten und Knochenlängsachse und des darunterliegenden Knochens, in Frakturrichtung führt. Das Fixieren der Kompressionsplatte 1 bewirkt die Entstehung von entgegengesetzt gerichteten Kräften A und B an der Bruchstelle 6, 7. Dabei ist die Kraft B, welche die Bruchstelle 7 an der der Kompressionsplatte 1 abgewandten Seite auseinanderzieht, unerwünscht. Es wurde schon versucht, durch verschiedene Massnahmen der Kraft B entgegenzuwirken oder sie zu eliminieren, beispielsweise durch Biegen der Kompressionsplatte 1 (Literatur b)).

Fig. 1 zeigt dagegen die ebenfalls entgegengesetzt gerichteten Kräfte C, D, die bei Anwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung entstehen. Die mit mehr als einem Loch 10 (nur eins dargestellt) versehene Platte 12 liegt wieder mindestens angenähert bündig auf den Knochen 14 auf. Die Schraube 16 weist zwischen Schraubenkopf 17 und Gewinde 19 einen gewindefreien Teil 18 auf und ist schräg in den Knochen 14 eingesetzt, und zwar derart, dass sie mit einer lotrecht auf die Lochlängsachse stehenden Ebene E einen Neigungswinkel β von 45° bildet. Die Schraube 16 ist in zwei Stellungen 21 und 22 dargestellt, welchletztere sie durch Gleiten in der Gleitbahn 24 einnehmen kann. Durch das Gleiten der Schraube 16 entsteht eine Hebelwirkung, durch welche die Schraubenachse um den Winkel γ gedreht wird. Die Hebelwirkung ist derart, wie wenn die Kräfte in den Punkten 26, 28 angreifen würden und 27 der Stützpunkt des Hebels wäre. Auf der Bruchstelle 30 des Knochens 14 wirken die Kräfte C, D, welche im Gegensatz zur Fig. 0 die Bruchstücke an allen Stellen zusammendrücken.

In Fig. 2 wird ein Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung in appliziertem Zustand an einer mehrfragmentären Fraktur 14 dargestellt. Die mit mehreren Löchern 10 versehene Platte 12 liegt wieder mindestens angenähert bündig auf dem Knochen 14 auf, welcher mehrere Frakturen 30 aufweist.

Die drei Schrauben 32, 33, 34 weisen zwischen Schraubenkopf 17 und Gewinde 19 einen gewindefreien Teil 18 auf. Die Schrauben 32, 33, 34 sind schräg eingesetzt, und zwar derart, dass sie mit einer lotrecht auf die Lochlängsachse stehenden Ebene E einen Neigungswinkel β bilden, welcher für die Schrauben 32, 33, 34 verschieden gross und vom Verlauf der Bruchstelle 30 abhängig ist. Die Schrauben 32, 33, 34 können in der jeweiligen Gleitbahn 24 gleiten. Bei den Schrauben 36, 37 handelt es sich um nicht erfindungsgemässe Plattenfixationsschrauben, deren Achsen lotrecht zur Lochlängsachse stehen. Sie dienen nur zur Befestigung der Platte 12 am Knochen 14. Währenddem die Anzahl der schräg eingesetzten Schrauben 32, 33, 34 von Art und Anzahl der Bruchstellen abhängig ist, werden vorzugsweise mindestens zwei Plattenfixationsschrauben, vorzugsweise an den beiden Längsenden der Platte 12, eingesetzt.

Die Schrauben können entweder mit einem solchen Gewinde versehen sein, welches das Vorschneiden der Gewinde im Bohrloch erforderlich macht oder auch selbstschneidende Gewinde aufweisen, welche in das gewindefreie Bohrloch eingeschraubt werden.

In Fig. 3 ist ein Querschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung, bei welcher die Ränder 40 der Löcher 10 auf der vom Knochen 14 abgewandten Seite der Platte 12 gegenüber dem das Widerlager 23 bildenden Teil der Wandungen leicht nach aussen versetzt sind.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung während der Herstellung durch Fräsen eines Loches 10 mit einem Kugelfräser 42. Der Mittelpunkt 44 des Kopfes des Kugelfräsers 42 bewegt sich während des Fräsvorganges entlang der Strecke X. Vorteilhaft werden diese Löcher durch computergesteuerte Kugelfräser hergestellt.

In Fig. 5 ist ein Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt. Es handelt sich um das Ausfräsen der trichterförmigen Erweiterung 46 des Loches 10 auf der dem Knochen 14 zugewandten Seite der Platte 12.

Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch die erfindungsgemässe Bohrlehre. Das kugelförmige Lager 48 mit Radius 56 ist bezüglich des Kugelmittelpunktes 54 exzentrisch mit der Bohrbüchse 52 verbunden. Letztere weist einen als Halterung dienenden Schaft 58 auf.

Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt durch die Platte 12 der erfindungsgemässen Vorrichtung mit der angelegten Bohrlehre gemäss der Erfindung. Das kugelförmige Lager 48 mit Radius 56 liegt in der Gleitbahn am frakturnahen Ende 50 des Loches 10. Die zur Führung des Bohrers bestimmte Bohrbüchse 52 ist bezüglich des Kugelmittelpunktes 54 exzentrisch mit dem kugelförmigen Lager 48 verbunden. Der Schaft 58 ist an der Bohrbüchse 52 befestigt und dient als Halterung für die Bohrlehre.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung weist gegenüber dem bekannten Stand der Technik verschiedene Vorteile auf.

Wie in Fig. 0 gezeigt, wird die transkortikale Frakturspalte mit einer Vorrichtung gemäss dem Stand der Technik auseinandergezogen. Durch die schräge Lage der Schraube in der erfindungsgemässen Vorrichtung wird eine doppelte Kompression möglich, da durch die Hebelarmwirkung, welche bei Fig. 1 dargelegt wird, nicht nur wie gemäss dem Stand der Technik die ciskortikale Frakturspalte, sondern auch die transkortikale Frakturspalte zusammengedrückt wird. Entsprechend sind bei der Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung keine zusätzlichen Massnahmen, wie Biegen der Platte, zum Schliessen der transkortikalen Frakturspalte erforderlich.

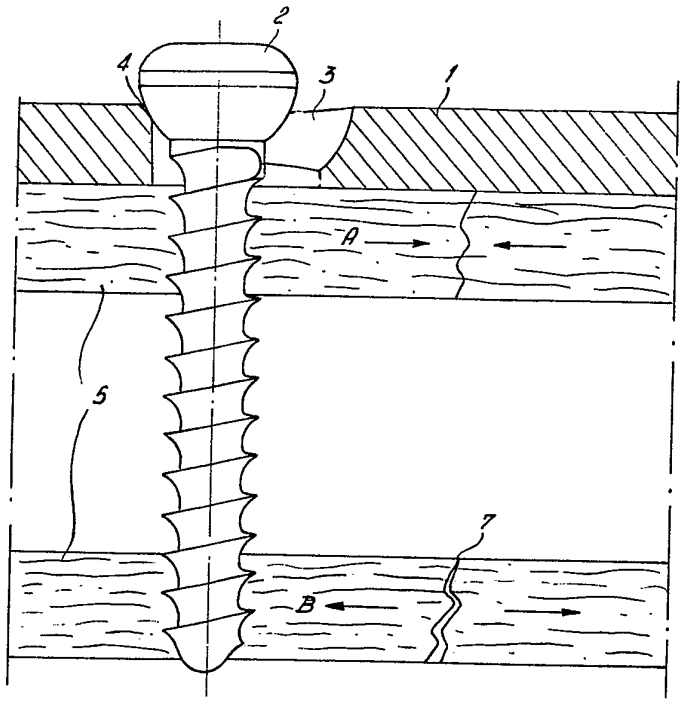
Beim Anbringen einer Kompressionsplatte gemäss dem Stand der Technik ist der Spannweg, d.h. die Länge der Strecke, entlang welcher die Schraube samt dem von ihr gefassten Knochenteil in Richtung Fraktur geschoben wird, schon zum voraus festgelegt. Demgegenüber kann die Kompression mit der erfindungsgemässen Vorrichtung während des Einbringens der Schraube, infolge der Gleitmöglichkeit in der Gleitbahn, den vorherrschenden Umständen angepasst werden, da nicht die ganze mögliche Lochlänge ausgenutzt werden muss.

Der Kopf der Schraube der erfindungsgemässen Vorrichtung wird bei der Verwendung nicht plastisch abgeknickt, d.h. der am Kopf der Schraube anschliessende Teil des Schraubenschaftes wird infolge Drehung der Schraubenachse um den Winkel γ (Fig. 1) nicht plastisch verbogen.

Bei Fixierung der Frakturen mittels einer Platte sollte letztere möglichst schmal und dünn sein, da unter der Platte eine Auflösung der Kortikalis sogenannte Spongiosierung stattfindet. Dieses Phänomen wird auch als Stressprotektion bezeichnet, wobei vermutet wird, dass es infolge Schutz des darunterliegenden Knochenbereiches gegen äussere Beanspruchung zustande kommt. Die Platte der erfindungsgemässen Vorrichtung kann sehr dünn und schmal gestaltet werden, da infolge der transfragmentären Lage der Schraube die mechanische Belastung der Platte geringer wird. Bei Vorrichtungen gemäss dem Stand der Technik entsprach die Toleranz bezüglich der exzentrischen Schraubenlage im Plattenloch der Plattendicke. Da gemäss der Erfindung die Schraube in Richtung der Plattenachse und in geschwenkter Lage gleitbar und schwenkbar ist, kann eine fast beliebig dünne Platte eingesetzt werden, weil die Dickentoleranz der Platte nicht ausgenutzt werden muss.

Obwohl in den Figuren nur Röhrenknochen dargestellt sind, kann die erfindungsgemässe Vorrichtung selbstverständlich auch zur Stabilisierung des Bruchbereiches in anderen Knochen eingesetzt werden.

Fig. 0



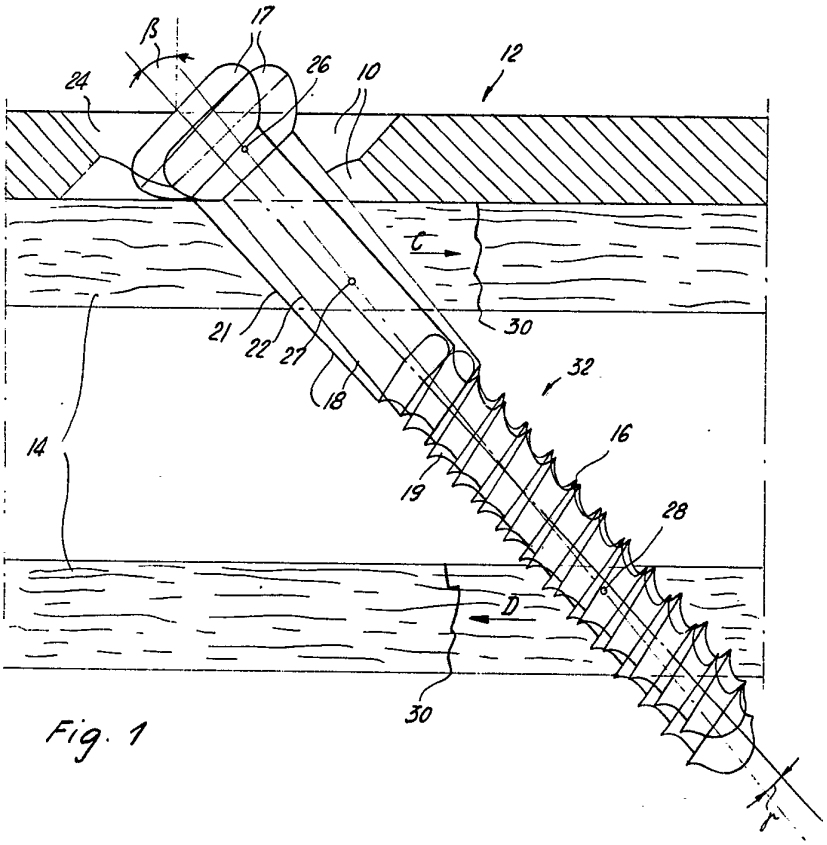


Fig. 1

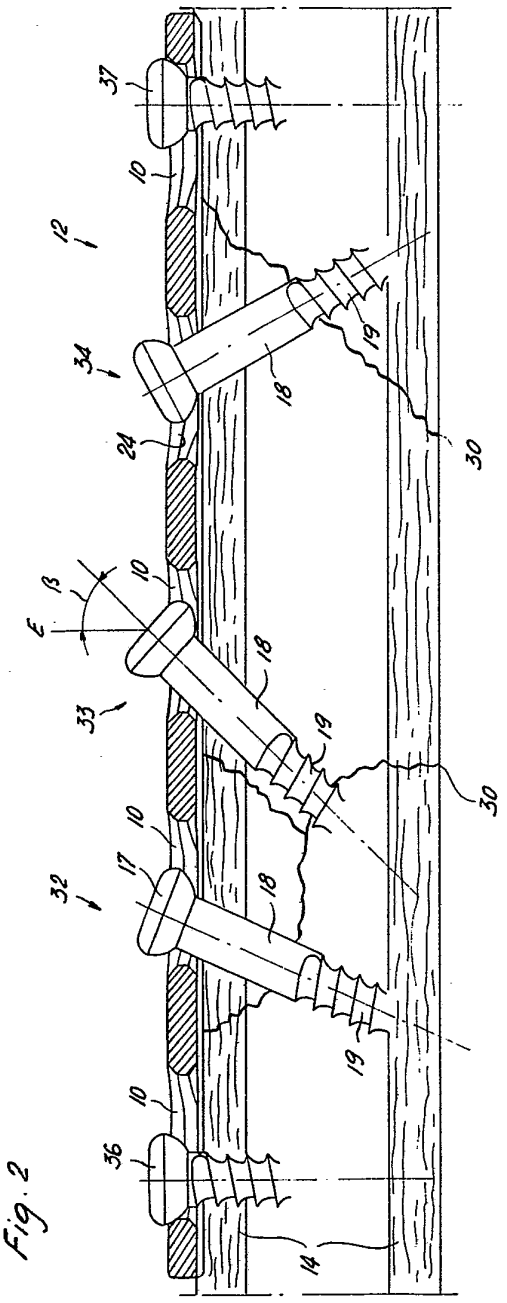


Fig. 2

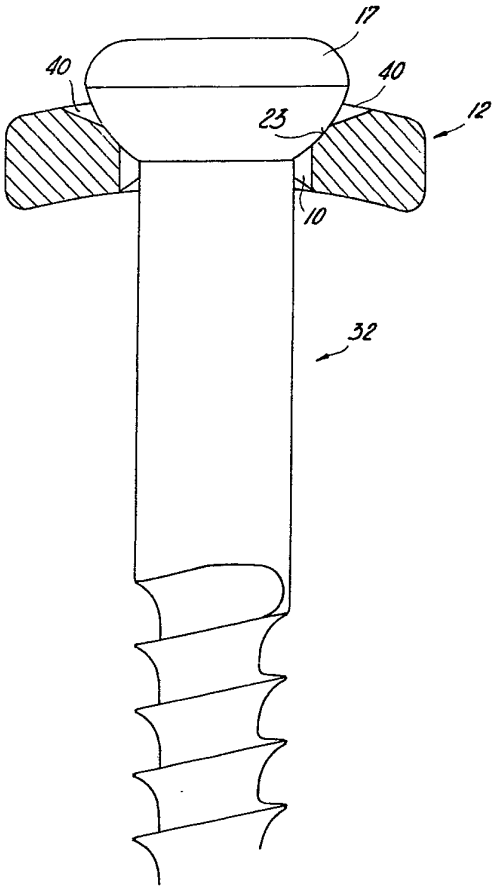


Fig. 3

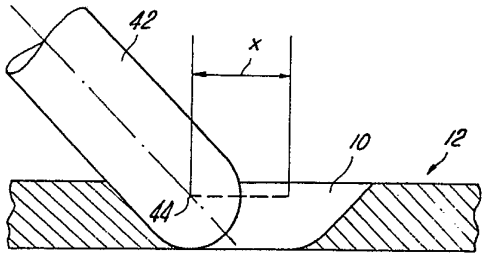


Fig. 4

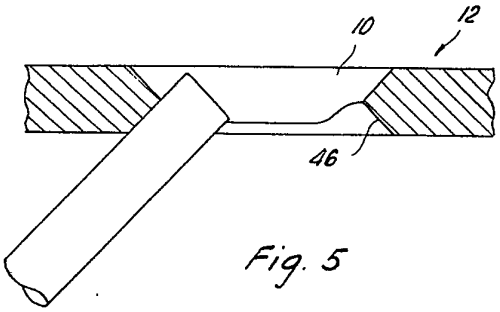
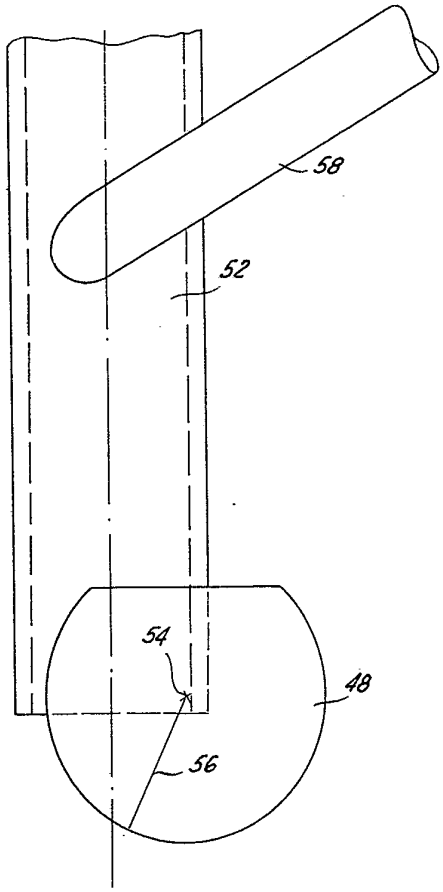


Fig. 5

Fig. 6



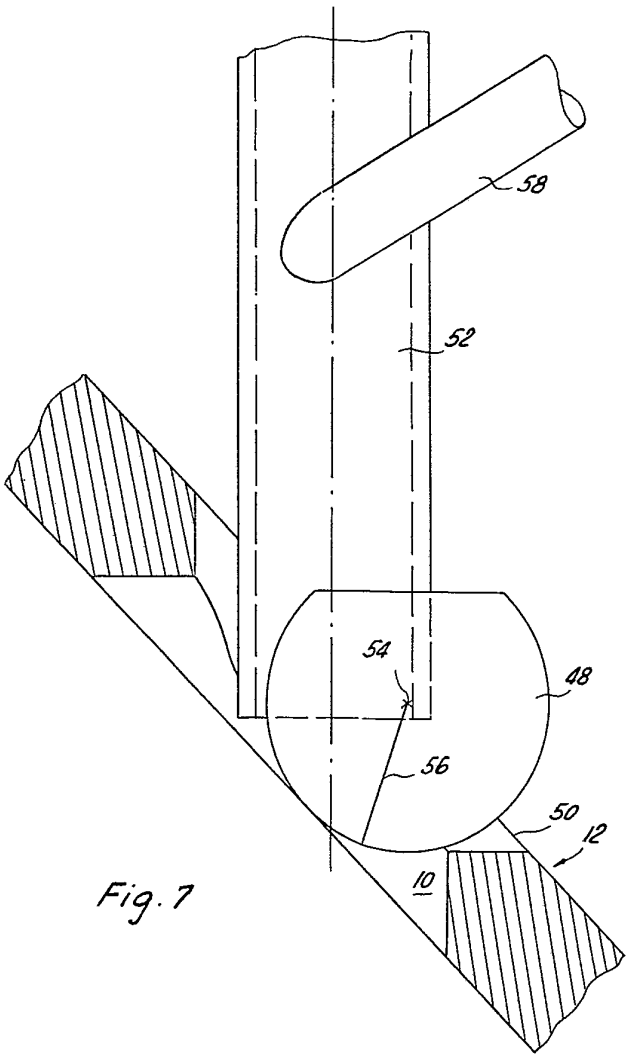


Fig. 7