

ZUR TECHNIK DER FRAKTURBEHANDLUNG —
REDRESSEMENT OHNE ABNAHME DES GIPSVERBANDES

VON
MAURITZ PERSSON,
OBERARZT

Bei der Behandlung von Brüchen der langen Röhrenknochen kommt es zuweilen vor, dass eine ursprünglich gute Bruchlage allmählich in eine schlechtere übergeht trotz des *lege artis* angelegten Gipsverbandes. Ich denke dabei nicht an die schrägen Brüche, die infolge ihrer Form eine besondere Tendenz zum Gleiten und zu einer *dislocatio ad longitudinem* haben. Auch bei Querbrüchen oder nur etwas schrägen Brüchen mit ineinanderpassenden Bruchflächen, bei denen man also die Beibehaltung der erzielten guten Lage erwarten könnte, tritt zuweilen allmählich eine Verschiebung ein, nämlich eine Winkelstellung an der Frakturstelle, eine *dislocatio ad axin*.

Dies scheint mir in erster Linie für komplizierte Unterschenkelbrüche zu gelten, bei denen ein fenestrierter Gipsverband zur Anwendung gelangt. Wenn man in solchen Fällen nach ein paar Wochen eine erneute Röntgenuntersuchung vornimmt, findet man gelegentlich dass eine Winkelstellung der Frakturfragmente sich entwickelt hat. Diese kann entweder darauf zurückzuführen sein, dass der fenestrierte Gipsverband den Bruch nicht ebenso gut in seiner Lage halten können, wie ein undurchbrochener, oder darauf, dass eine aufangs vorhandene Schwellung der Weichteile geschwunden ist, so dass der Gipsverband zu weit geworden ist.

Aber auch bei unkomplizierten Brüchen kommt es vor, dass man eine sekundäre Winkeldislokation konstatieren muss, wahr-

scheinlich infolge von Anschwellung oder von Muskelbetätigung. Ebenso kommt es ab und zu vor, dass die *primäre* Frakturlage nach der Eingipsung Winkeldislokation aufweist. Dies wird besonders dann der Fall sein, wenn man die Eingipsung ohne Narkose vornimmt oder mit anderen Worten, wenn die Lage bei der Ankunft des Patienten im Krankenhaus so günstig ist, dass keine Reposition gemacht zu werden braucht.

Winkeldislokationen können ebenfalls eintreten bei der Behandlung von Brüchen anderer langer Röhrenknochen, z. B. bei streckbehandelten Oberschenkelbrüchen sowie bei konservativ behandelten Ober- und Unterarmbrüchen.

Um in derartigen Fällen Besserung herbeizuführen, hat man gewöhnlich, am liebsten solange der Callus noch formbar ist, den Gipsverband abgenommen und unter Narkose eine ungefähre Ausrichtung des Knochens vorgenommen, »redressement forcé« (oder auch, wenn der Eingriff erst später stattfand, Osteoklasie), worauf dann ein neuer Gipsverband angelegt wurde.

In letzterer Zeit hat Verfasser zu gleichem Zwecke sich einer anderen Methode bedient die ausserordentlich einfach und in gewissem Grade auch exakt ist, die jedenfalls die Voraussetzungen zu einer bedeutend exakteren Ausrichtung einer vorhandenen Winkelstellung enthält, als das ältere Verfahren. In der Literatur hat Verfasser nirgend eine Erwähnung dieser Methode finden können, wenigstens nicht in den ihm zugänglichen deutschen und französischen Handbüchern.

Eine kürzere Wiedergabe dieser Methode dürfte daher wohl Interesse verdienen.

Methodik: Wir setzen voraus, dass eine Röntgenuntersuchung vorgenommen ist, und zwar mit Bildern in zwei zu einander senkrechten Ebenen, z. B. Frontal- und Sagittal-.

1) Man misst den Winkel, den das untere Fragment mit der Verlängerung des oberen bildet (im weiteren »Abweichungswinkel« genannt), auf beiden Röntgenbildern.

2) Man macht in der Höhe der Frakturstelle mit einer gewöhnlichen kleinen Gipsäge einen horizontalen Sägeschnitt in den Gipsverband. Dieser Einschnitt geht durch den ganzen

Gipsverband mit Ausnahme einer Brücke von 4—5 cm Breite an *der* Seite, nach welcher die Spitze des Winkels zwischen dem oberen und dem unteren Fragment zu zeigen scheint.

3) Dann bricht man, mit oder ohne Narkose, teils mit der Hand, teils mit Hilfe eines in den Sägeeinschnitt gesetzten Gipsbrechers, den Gipsverband mit dem Glied darin, bis der Sägeeinschnitt die hinreichende Anzahl Grade auseinanderklafft. (Der Sägeeinschnitt soll ebenso viele Grade klaffen, wie der *wirkliche* Abweichungswinkel gross ist, unter Berechnung einer kleinen Zulage für die zu erwartende Kompression der Weichteile und der Polsterung). Zwischen die Gipskanten des klaffenden Sägeeinschnittes steckt man ein Korkstück von passender Grösse und Form.

4) Man nimmt eine Röntgenkontrolle vor. Wenn nötig, vergrössert oder verkleinert man den Brechungswinkel durch Verschieben oder Austauschen der Korkeinlage. (Nur ausserordentlich selten erweist sich eine solche Veränderung als notwendig; bei dem Material des Verf. nur in einem Fall).

5) Ist die neue Stellung befriedigend, so verstärkt man den Gipsverband an der Sägestelle mit einer Stärke- und darüber mit einer Gipsbinde.

Die *Vorteile* dieser Methode liegen offen zu Tage. Man hat dabei die Möglichkeit, die Korrektur in aller Ruhe zu berechnen und auszuführen ohne Risiko, dass an der Frakturstelle eine Biegung nach einer *anderen* als der beabsichtigten Seite eintreten kann. Ferner kann man die Grösse der Korrektur sehr genau berechnen, und schliesslich ist das Risiko eines vollständigen Bruches des Callus und einer nicht erwünschten *dislocatio ad latus* bei der Frakturstelle so gut wie völlig aufgehoben.

Resultate: Nach der oben dargestellten Methode hat Verf. in der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses »Sabbatsberg« im Laufe der letzten drei Jahre 14 Fälle behandelt, nämlich 3 Oberschenkelbrüche, 6 diaphysische und 2 bimalleolare Unterschenkelbrüche, 2 Radius- und Ulnafrakturen sowie eine Talusfraktur.

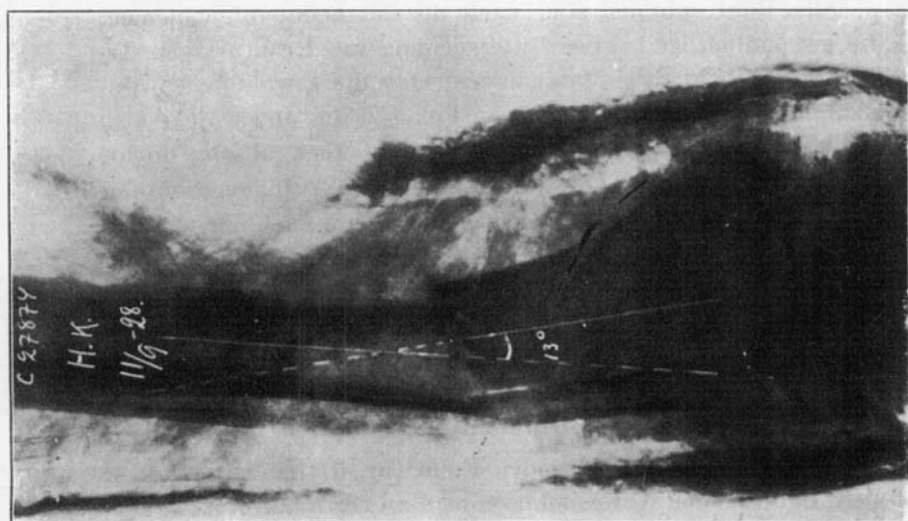
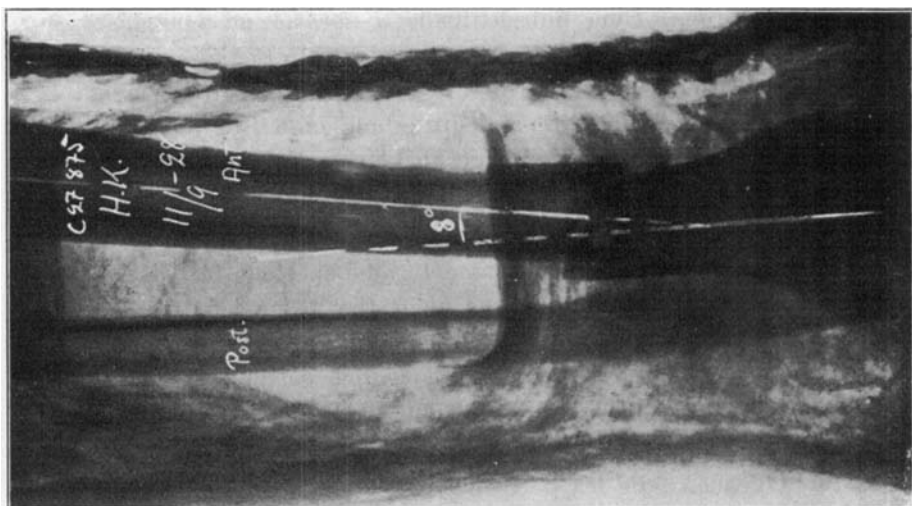
In sämtlichen Fällen ist das beabsichtigte Resultat erreicht worden: der Abweichungswinkel ist vollständig oder fast ganz beseitigt worden. Eine unbedeutende *dislocatio ad latus* ist zwar in einigen Fällen geblieben (aber nicht als *Folge* des Eingriffes); doch eine solche ist für die Funktion der betreffenden Extremität von geringerer Bedeutung als eine Stellung mit einem Abweichungswinkel und hat in keinem Falle eine solche Grösse gehabt, dass das Äussere der betreffenden Extremität dadurch beeinträchtigt wurde.

Da es sich hier nur darum handelt, eine spezielle technische Frage zu beleuchten, habe ich es nicht für nötig gehalten, in dieser Veröffentlichung *alle* Fälle anzuführen, sondern habe nur einige wenige ausgewählt, hauptsächlich solche, bei denen der Abweichungswinkel vor dem Eingriffe von grösserem Umfange war.

Im folgenden teile ich 5 Krankengeschichten mit mit Röntgenbildern vor und nach Vornahme des Eingriffes.

Alle Röntgenbilder sind nach der Methode aufgenommen, die gewöhnlich ist bei der Untersuchung von Frakturen. Irgendwelche besondere Massnahmen, über die gewöhnlichen hinaus, sind bei der Einstellung von Fokus, Film und Objekt also nicht getroffen worden. Ich beabsichtige auch absolut nicht, hier zu behaupten, dass die Bilder, die in der Aufnahmerichtung von vorn nach hinten und von der einen Seite nach der anderen gemacht worden sind, wirklich in einem Winkel von 90° zueinander aufgenommen worden sind. *Ungefähr* trifft dies aber immerhin zu, und die gefundenen, röntgenologischen Abweichungswinkel in den beiden Ebenen sind durchaus korrekt genug, um mit ihrer Hilfe eine Ausrichtung der vorhandenen Winkeldislokation zu gestatten. Das beweisen die erreichten Resultate.

In einem der hier folgenden Fälle (nr. 5) handelte es sich nicht darum einen Abweichungswinkel an der Frakturstelle auszurichten, sondern statt dessen einige hyperextendierte Glieder in der Nähe derselben zu entlasten, ohne einer in Ideallage reponierten Talusfraktur zu schaden. Aus diesem Falle ergibt sich also eine weitere Anwendung der Methode.



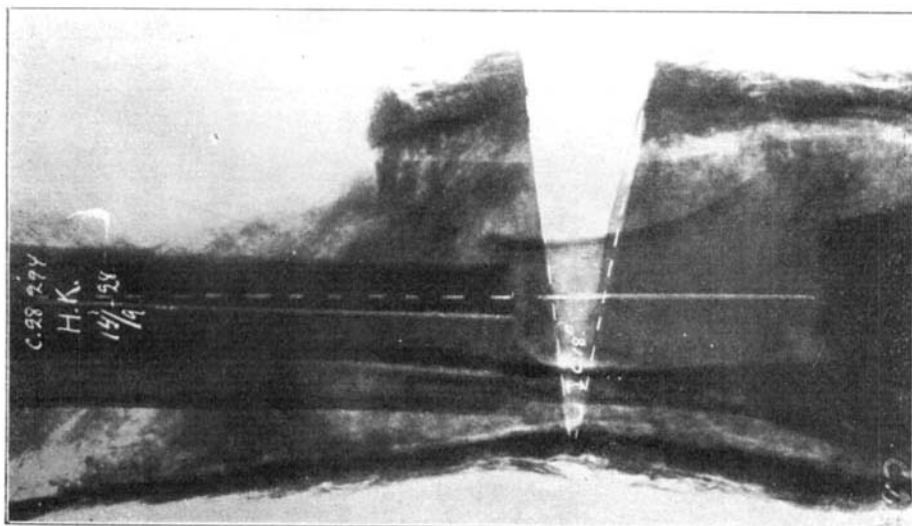
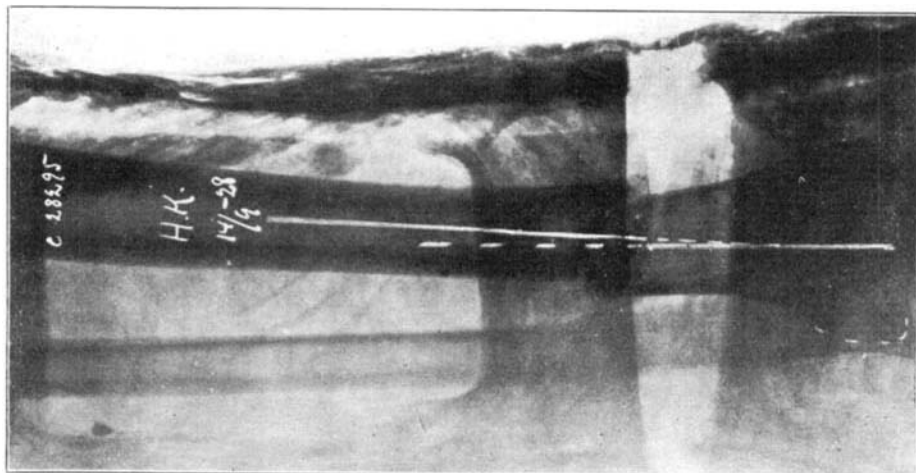


Fig. 9

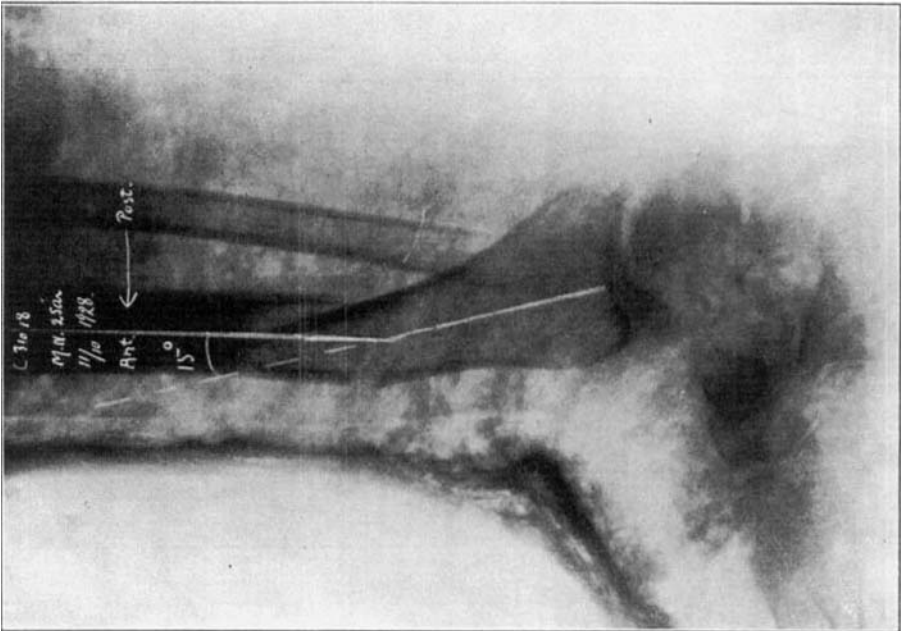
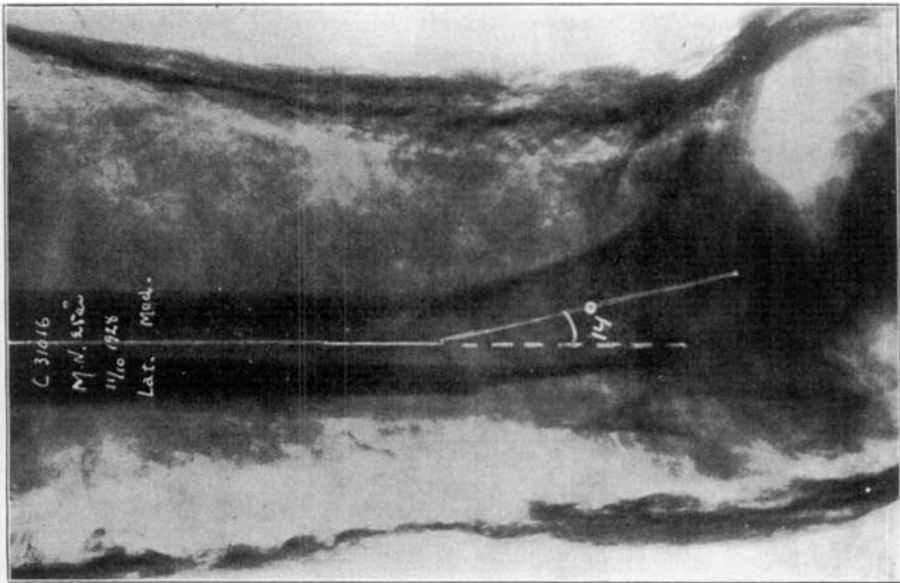


Fig. 3.



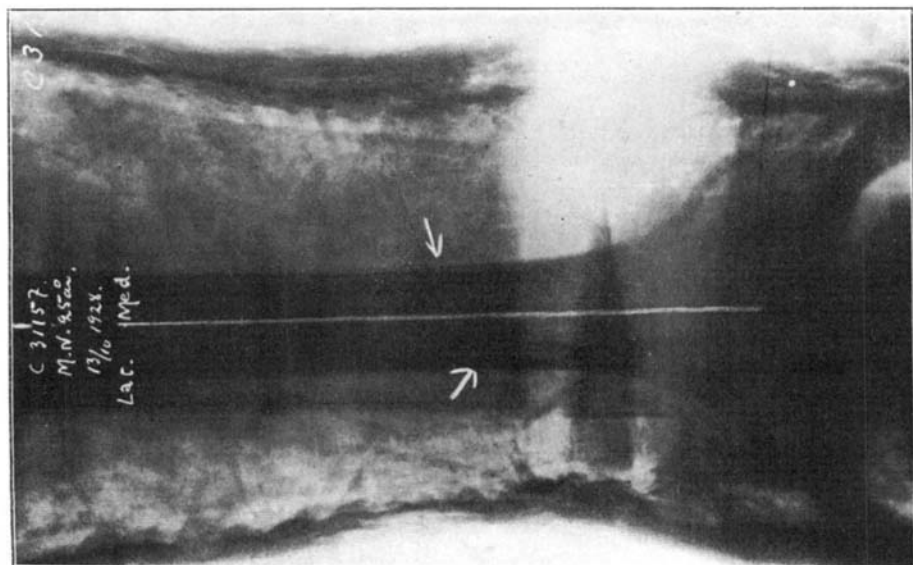
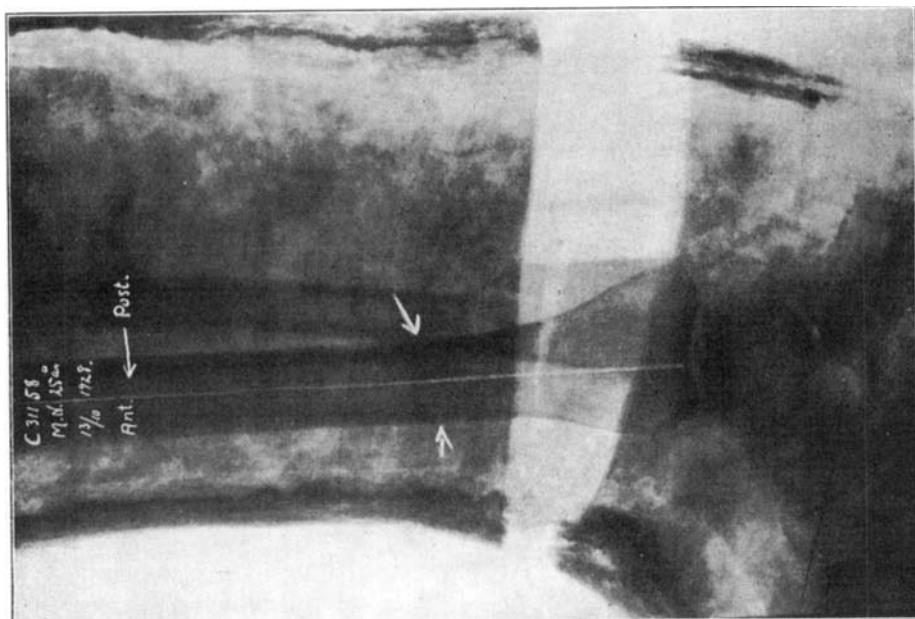


Fig. 4.

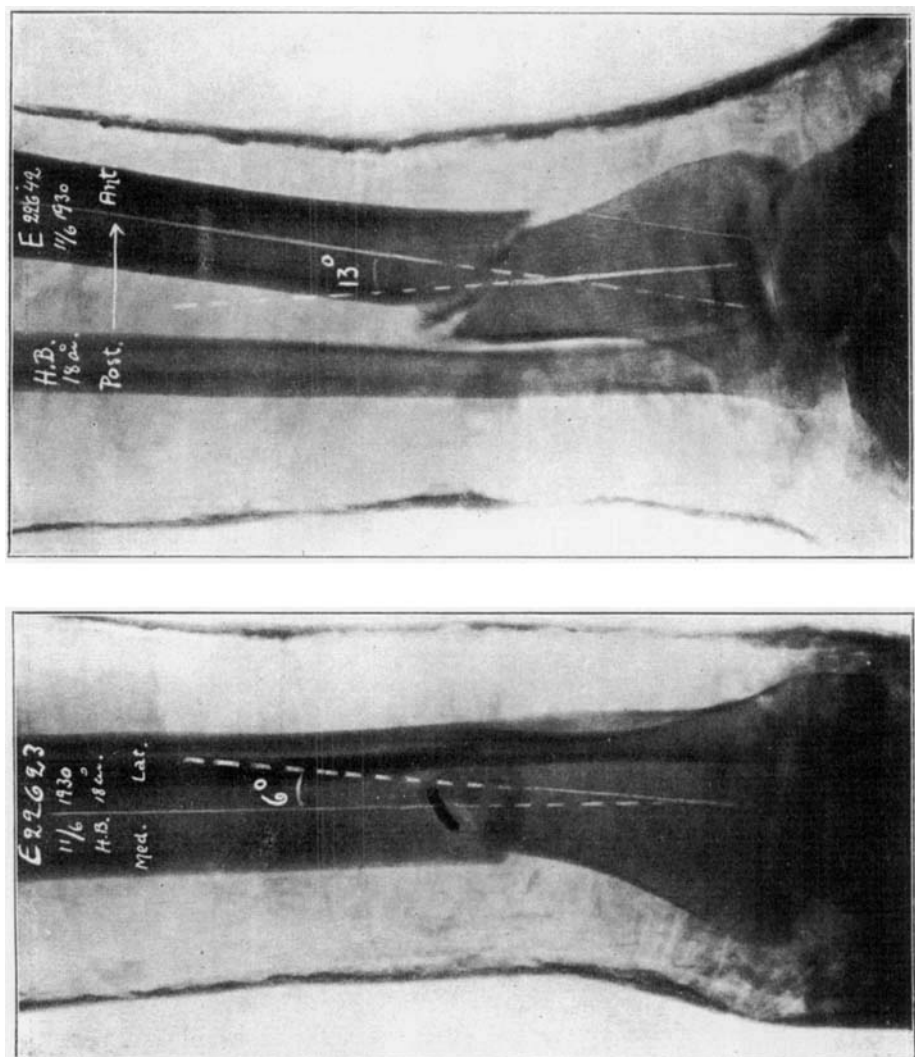


Fig. 5.

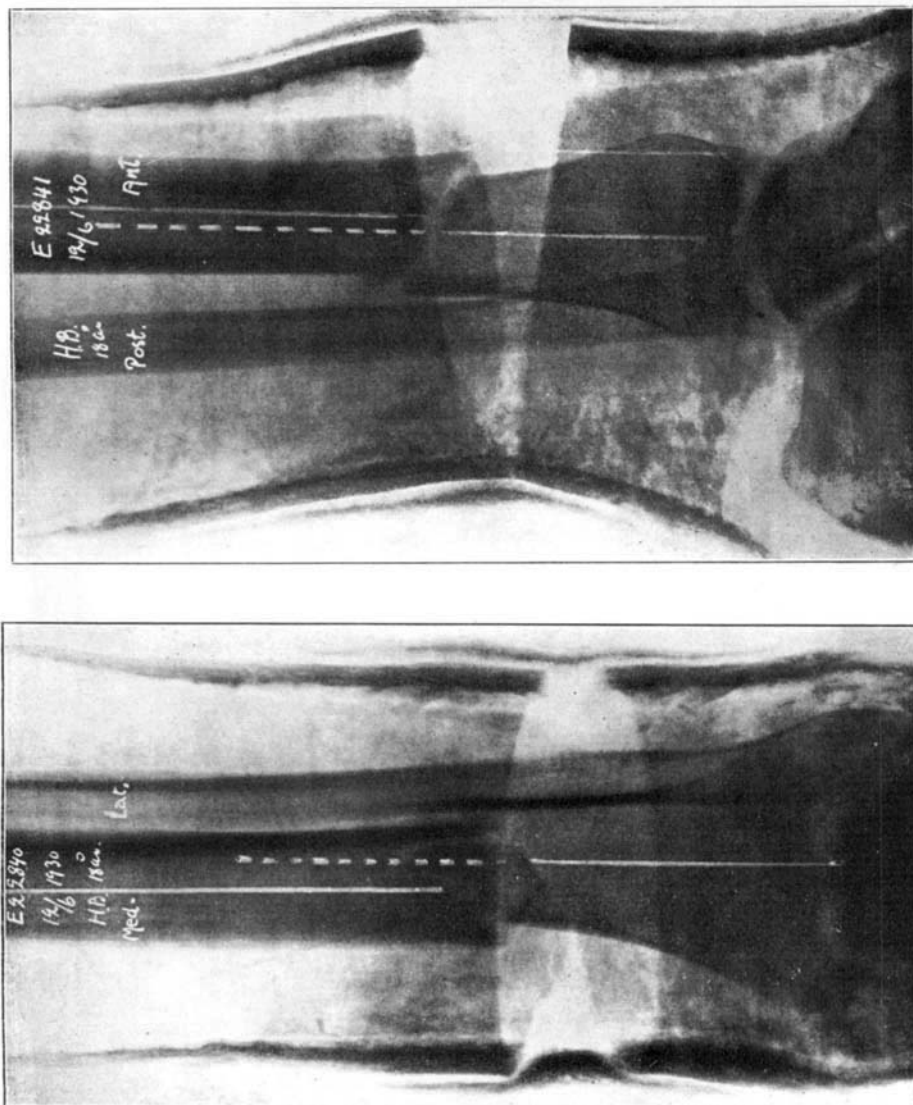


Fig. 6.

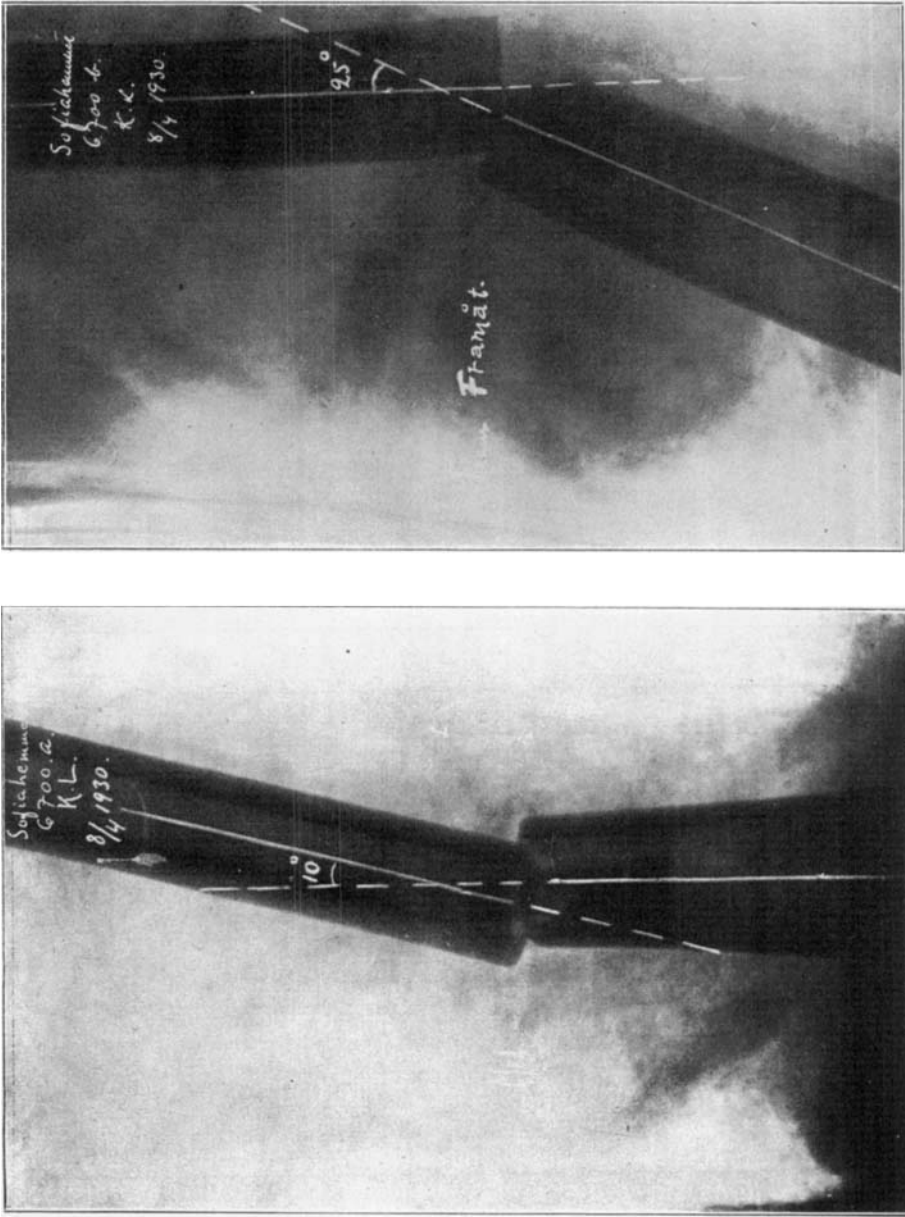


Fig. 7.

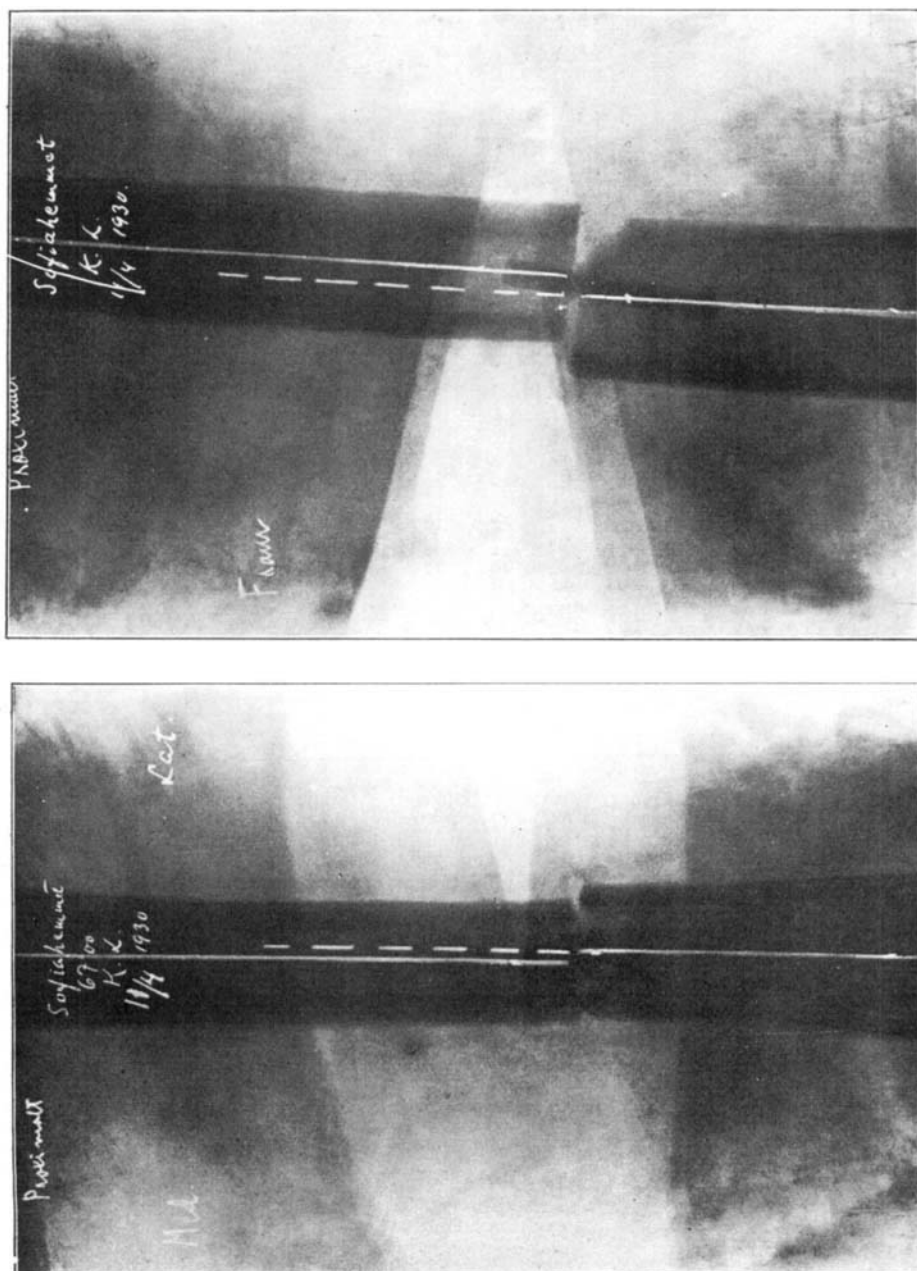


Fig. 8.

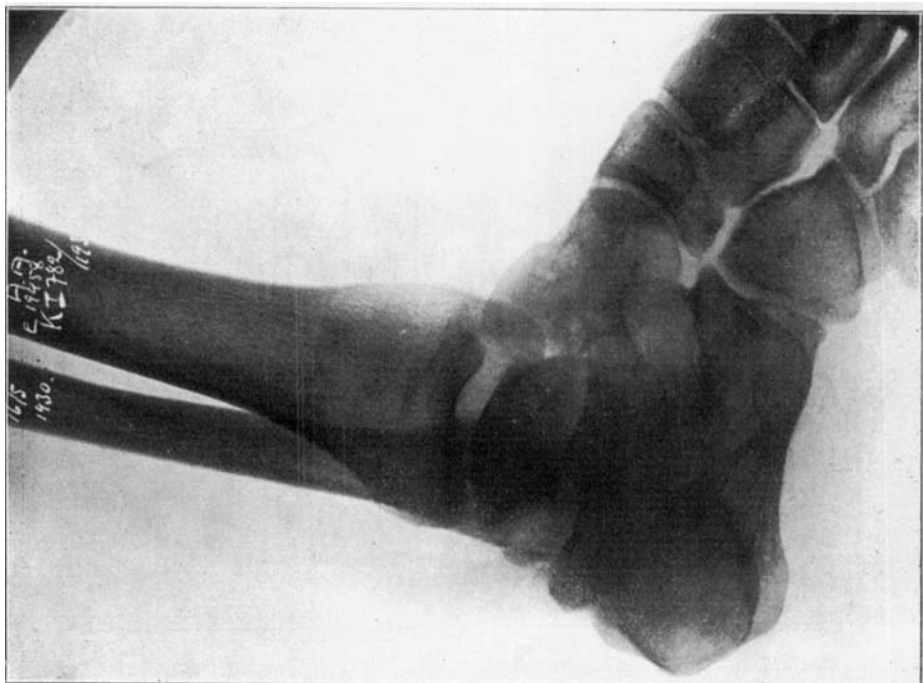


Fig. 9.

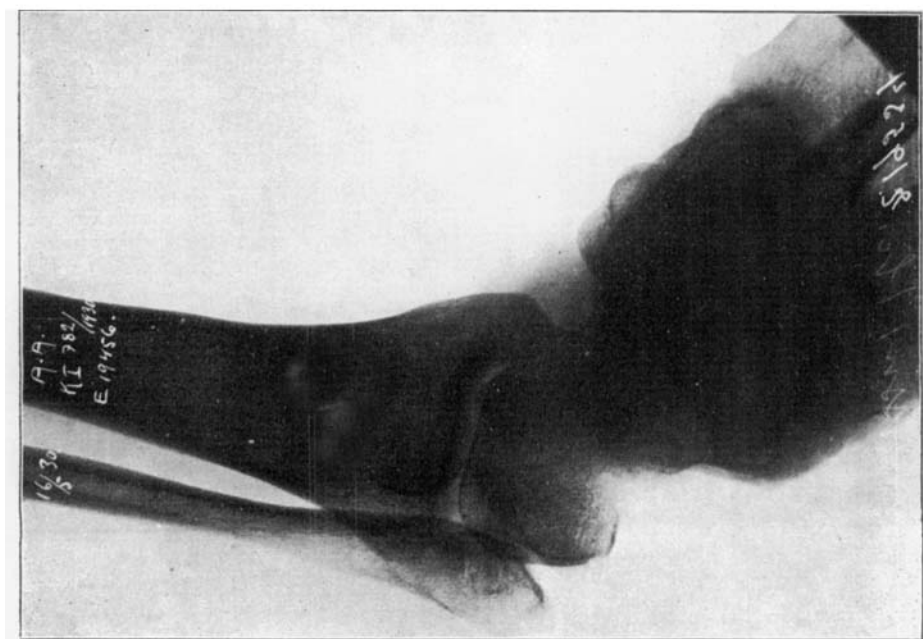




Fig. 10.

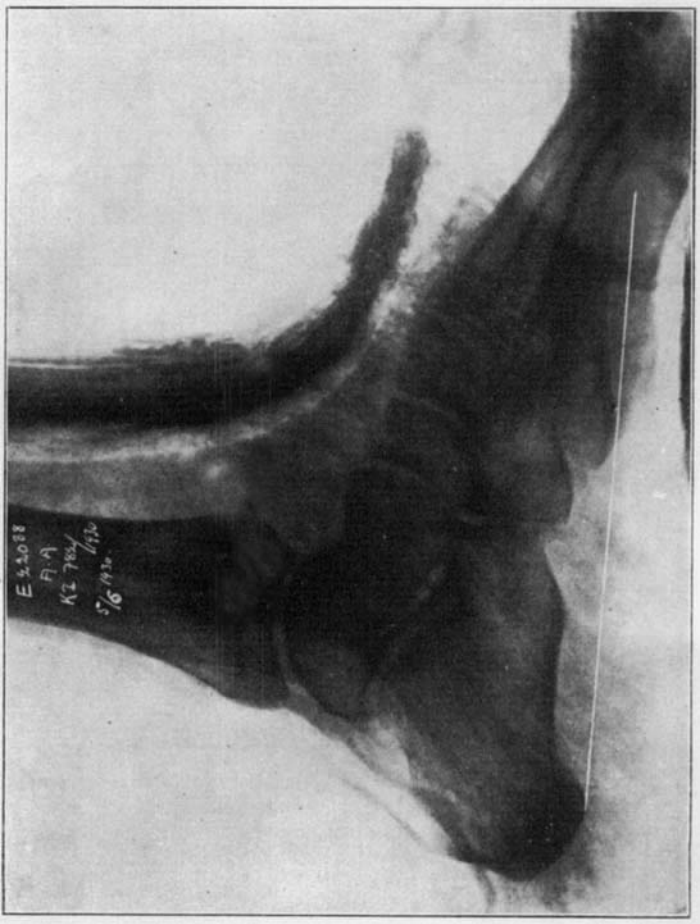


Fig. 11.

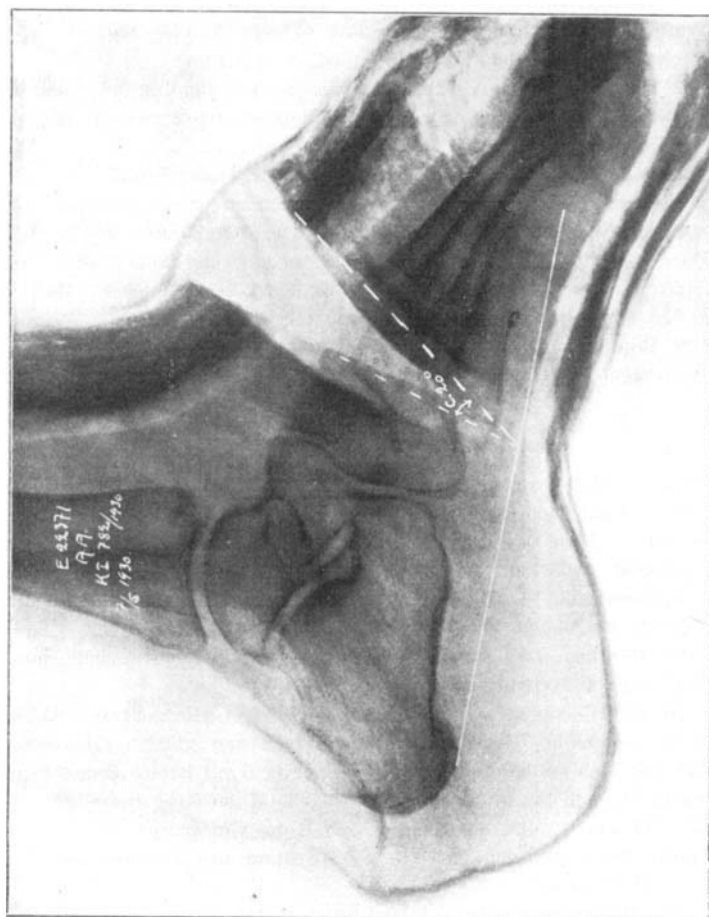


Fig. 12.

Fall 1. — H. K., Künstler, 31 Jahre. — K I 1124/1928. — Aufgenommen 5. 8. 28. — Motorradunglück. — *Fractura complicata tibiae et fibulae sin.* — Lage des Bruches etwa 7 cm oberhalb des Fussgelenks. Bruchflächen in breitem Kontakt. — Tetanolinjektion, Verband, fenestrierter Gips. — Röntgenkontrolle im Gipsverband. Kein Abweichungswinkel in der Sagittalebene, dagegen ein medial offener Winkel von etwa 165° (Abweichungswinkel also etwa 15°, medial gerichtet).

11. 9. Röntgen: Keine Veränderung der Frakturlage ausser einer Winkelbiegung ebenfalls nach vorn. Abweichungswinkel medial 13°, nach vorn 8° (siehe Fig. 1).

12. 9. *Redressement im Gipsverband* (Verf.): Horizontaler Sägeschnitt in der Höhe der Frakturstelle, durch den ganzen Gipsverband hindurch ausser einer Brücke von 4—5 cm Breite lateral und etwa 20° nach hinten. Darauf bricht man den Gipsverband, so dass der Sägeschnitt knapp 20° klafft, und setzt ein passendes Stück Kork in den Spalt. Man verstärkt den Gipsverband mit Stärke- und Gipsbinde.

14. 9. Röntgenkontrolle: Abweichungswinkel medial aufgehoben, nach vorn bedeutend verringert (Siehe Fig. 2).

Fall 2. — M. N., Frau, 25 Jahre. — K I 1413/1928. — Aufgenommen 26. 9. 28. — Von einem Auto angefahren. — *Fractura complicata tibiae et fibulae sin.* — Lage des Bruches etwa 10 cm oberhalb des Fussgelenkes. Kein Kontakt zwischen den Bruchflächen. — Reposition in Narkose, Suture, Gipsverband. — Röntgenkontrolle 27. 9. Leichte Winkelbeugung nach hinten im Bruch.

11. 10. Röntgen. Der Abweichungswinkel hat sich entwickelt, medial etwa 14°, nach hinten etwa 15° (siehe Fig. 3).

13. 10. *Redressement im Gipsverband* (Verf.): Horizontaler Sägeeinschnitt in der Höhe der Frakturstelle, durch den ganzen Gipsverband hindurch mit Ausnahme einer Brücke von etwa 5 cm Breite genau lateral nach vorn. Danach bricht man den Gipsverband, so dass der Sägeschnitt reichlich 20° klafft, und setzt ein Stück Kork von passender Grösse in den Spalt. Nach Röntgenkontrolle Verstärkung des Gipsverbandes mit Stärke- und Gipsbinde.

13. 10. Röntgenkontrolle: Tibiafraktur jetzt genau reponiert. Der Talocruralgelenkspalt klafft ein wenig nach hinten. Das untere Fibulafragment um 2/3 Fibula-Breite nach hinten verschoben. (Siehe Fig. 4).

Fall 3. — H. B., Arbeiter, 18 Jahre. — K II 740/1930. — Aufgenommen 14. 5. 30. — Motorradunglück. — *Fractura tibiae dxt.* — Etwas schräggehende Querfraktur etwa 8 cm oberhalb des Fussgelenkes. Breiter

Kontakt zwischen den Bruchflächen. Unbedeutender, medial offener Winkel zwischen den Fragmenten. — Reposition unter Lokalanästhesie (8 ccm 1 % Novocaine); Gipsverband. — Röntgenkontrolle im Gipsverband 15. 5. Die Unterschenkelfraktur zeigt guten Kontakt der Knochen und eine leichte Recurvatumstellung mit einem kleinen, medial gerichteten Abweichungswinkel.

11. 6. Röntgen: An der Frakturstelle hat sich ein Abweichungswinkel entwickelt, etwa 13° nach vorn und etwa 6° medial (Sich Fig. 5.).

12. 6. *Redressement im Gipsverband* (Verf.): Horizontaler Sägeschnitt in der Höhe der Frakturstelle, durch den ganzen Gipsverband hindurch ausser einer Brücke von 4–5 cm Breite, nach hinten und etwa 20 – 30° lateral-wärts belegen. Darauf bricht man den Gipsverband, so dass der Sägeeinschnitt etwa 15° klafft, und setzt ein passendes Stück Kork hinein. — Die Röntgenkontrolle zeigt, dass die Korrektur nicht vollständig ist. Der Brechungswinkel wird daher auf knapp 20° erweitert. — Verstärkung des Gipsverbandes mit Stärke- und Gipsbinde.

12. 6. Röntgenkontrolle: Lage gut abgesehen von einer unbedeutenden *dislocatio ad latus* nach hinten lateral. (Siehe Fig. 6).

Fall 4. — K. L. Ingenieur, 30 Jahre. — Aufgenommen den 11. 3. 30 (Krankenhaus »Sofiahemmet«). — Hatte am 16. 12. 1922 eine Operation wegen angeborener, inveterierter Luxation des rechten Hüftgelenks (Arthroplastik). — Da der Patient sehr gross von Wuchs war, beschloss man (auf den Wunsch des Patienten), das linke Bein operativ zu verkürzen, um das Hinken zu vermindern, das durch die Verkürzung des rechten Beines verursacht war. — Operation am 13. 3. 30 (Dr. *Hybinette*): *Resectio femoris sin.* — Fünf Centimeter des Femurschaftes wurden reseziert. Aus dem herausgenommenen Knochenstück wurde ein Bolzen gemacht, der in die Markröhren der Femurenden hineingesteckt wurde. Gipsverband.

Röntgenkontrolle am 8. 4. Die Fragmente bilden einen nach vorne offenen Winkel von 155° . Ausserdem besteht ein seitlich (lateral) offener Winkel von 170° . Der Abweichungswinkel beträgt also nach vorn 25° und seitlich (lateral) 10° . (Siehe Fig. 7).

11. 4. *Redressement im Gipsverband* (Verf.): Horizontaler Sägeschnitt in Höhe der Resektionsstelle, durch den ganzen Gipsverband hindurch ausser einer 7 cm breite Brücke, gelegen an der Rückseite, aber etwa 20° medial. Darauf wurde der Gipsverband gebrochen, so dass der Sägeeinschnitt etwa 30° klaffte, und ein grosser Kork von passender Form wurde zwischen die Gipskanten gesetzt. — Röntgenkontrolle. — Verstärkung des Gipsverbandes mit Stärke- und Gipsbinde.

Röntgenkontrolle am 11. 4.: Das Radiogramm zeigt, dass beide Winkel-

stellungen völlig ausgerichtet sind. Das distale Fragment liegt um eine Corticalisbreite nach vorn verschoben. (Siehe Fig. 8).

Fall 5. — A. A., Maler, 35 Jahre. — K I 782/1930. — Aufgenommen am 16. 5. 30. — Motorradunglück. — *Fractura tali dxt.* — Bedeutende Dislokation des Fusses nach vorn und medial. — Röntgenuntersuchung: Querfraktur des Talus, das obere Fragment sitzt an seinem Platz in der Gabel. Der Fuss, zusammen mit dem unteren Talusfragment stark medial verschoben. Keine malleolarfraktur. (Siehe Fig. 9). — Reposition unter Narkose (Verf.): Mit Hilfe einer *Reisslerschen* Zange wurde die mediale Dislokation des Fusses beseitigt. Ein hartes Rollkissen wurde hinter das untere Ende des Unterschenkels gelegt und der Fuss mehrere Male kräftig rücken- und sohlenwärts gebeugt, wobei gleichzeitig ein kräftiges Druck gerade nach hinten auf den Fuss ausgeübt wurde. Diese Bewegungen mit dem Fuss wurden gemacht, um die Bruchflächen des vorderen, unteren Talusfragmentes langsam mehr und mehr mit der Bruchfläche des hinteren Talusfragmentes in Berührung zu bringen und dieses letztere Fragment zu drehen, so dass seine Bruchfläche mehr nach vorn (frontal) gedreht würde. Der nach hinten gerichtete Druck auf den Fuss bezweckte teils die Aufhebung der Dislokation nach vorn, teils einen harten Kontakt der Talusfragmente mit einander. In starker Hackenfussstellung wurde dann der Fuss (und der Unterschenkel) eingegipst, während das Kissen hinter den unteren Ende des Unterschenkels liegen blieb. Die Lücke im Gipsverband an der Stelle, wo das Kissen gelegen hatte, wurde erst übergipst, nachdem der zuerst angebrachte Gips hart geworden war. — Röntgenkontrolle im Gipsverband am 16. 5.: Auf dem Frontalbild erscheint der Fuss in guter Lage in einer Stellung zwischen Pro- und Supination. Auf dem Seitenbild lässt sich jetzt ebenso wenig eine Dislokation erkennen. (Siehe Fig. 10).

7. 6. Da es für den Fuss nicht günstig sein konnte, noch länger in extremer Hackenfuss-Stellung gehalten zu werden (Fig. 11. Das Bild aufgenommen am 5. 6.), wurde heute (Verf.) ein Sägeschnitt in den Gipsverband vorgenommen, ungefähr senkrecht zur Längsrichtung des Fusses, in der Höhe der distalen Wristbeinsreihe, wobei nur eine Brücke an der Fussohle gelassen wurde in der Höhe der Basis der Metatarsalknochen. Hierauf wurde der Gipsverband sohlenwärts gebrochen, bis der Sägeschnitt etwa 20° klaffte. Es wurde ein Kork eingesetzt und der Verband mit Stärke- und Gipsbinde verstärkt.

7. 6. Röntgenkontrolle: Durch diesen Eingriff ist erreicht

1) eine *Sohlenbeugung im Fussgelenk*, so dass der Fuss in diesem Gelenk nun um 7° mehr sohlenwärts gebeugt ist also vorher,

2) eine *Verminderung der Plattfussstellung* des Fusses. Wenn man in den angewandten Projektionen die Höhe des Fussgewölbes bezeichnet

mit dem *Abstand der Verbindungslinie* zwischen dem untersten Punkt des Tuber Calcanei und dem distalen Ende des 5. Mittelfussknochen *von dem plantarsten Punkte des Tuberositas oss. metatarsal. V*, so findet man, dass die Höhe des Fussgewölbes von 0 mm auf 6 mm gestiegen ist (auf den Bildern 7 mm; man muss aber eine Herabsetzung um etwa $\frac{1}{6}$ vornehmen, um das wirkliche Mass zu erhalten),

3) Die Talusfraktur hat während dieser Veränderungen ihre gute Lage beibehalten. (Siehe Fig. 12).

Diesen Patient hat Verf. neulich (Juni 1931) nachuntersucht. Er war völlig gesund geworden und hatte keine Beschwerden vom Fusse, keine Schwellung oder Einschränkung der Beweglichkeit, kein Plattfuss. Er war seit 6 Monate in voller Arbeit.

ADDENDUM

Die oben wiedergegebenen Resultatet sind erreicht worden bei *ungefährer* Berechnung sowohl der Grösse des *wirklichen Abweichungswinkels* zwischen dem oberen und dem unteren Fragment, als auch einer ebenfalls nur ungefähren Berechnung der Ebene, in welcher dieser Winkel liegt. — Ausgehend von dem grösseren der bei der Röntgenuntersuchung gefundenen Abweichungswinkel, hat man also, mit Hilfe des kleineren, eine Ebene zwischen der Frontal- und der Sagittalebene deduciert und in dieser den Bruch vorgenommen, einen Bruch, dessen Grösse ebenfalls aus dem grösseren der beiden röntgenologischen Abweichungswinkel erschlossen ist, aber mit Hinzurechnung einer gewissen Anzahl Grade wegen des auch in der senkrecht dazu stehende Ebene befindlichen Abweichungswinkels.

Es ist indessen von grossem *theoretischem* Interesse, dass man nur die beiden röntgenologischen (scheinbaren) Abweichungswinkel in zwei auf einander senkrecht stehenden Ebenen zu kennen braucht, um daraus *mathematisch* sowohl die *Grösse des wirklichen Abweichungswinkel* (in Graden) errechnen zu können als auch die *Ebene* (im Verhältnis zur Frontal- und Sagittalebene), *in der der wirkliche Abweichungswinkel liegt*.

Bei der Röntgenuntersuchung stellt man den Fokus so ein, dass der Centralstrahl, soweit möglich, durch die Frakturstelle geht. Der Abstand zwischen Film und Fokus der Röhre ist in-

fragment mit der Verlängerung des oberen bildet, ist aber weder f noch s .

Der wirkliche Abweichungswinkel liegt auch nicht, wenn nicht etwa s oder f zufällig $= 0$ sein sollten, in der Frontal- oder Sagittalebene, sondern in einer vertikalen Ebene irgendwo zwischen den beiden genannten.

Wir gehen nun zu der mathematischen Berechnung über.

In Fig. 13 repräsentiert Winkel ABC den wirklichen Winkel zwischen dem oberen und dem unteren Fragment (dargestellt durch AB und BC). Der Abweichungswinkel zwischen den Fragmenten, CBH, ist unbekannt und wird gesucht, er heisse x . BC liegt in einer Ebene BHCJ, die vertikal ist und irgendwo zwischen der Frontalebene BHDG und der Sagittalebene BHEI liegt. Die Frakturebene BHCJ bildet mit der Sagittalebene BHEI einen Winkel y , der ebenfalls gesucht wird.

Sieht man nun Linie BC (die wirkliche Achse des unteren Fragments) gerade von vorn, so fällt sie mit BD zusammen (der Achse des unteren Fragments auf der frontalen Aufnahme), sieht man sie gerade von der Seite, so fällt sie mit BE zusammen, (der Achse des unteren Fragments auf der sagittalen Aufnahme).

BD bildet mit BH, der Verlängerung von AB (nach unten), nach der Voraussetzung eben den Winkel f , und BE bildet mit BH den Winkel s .

BC ist mit anderen Worten *die Diagonale in einem rechtwinkligen Parallelopipedon BHDGIECJ*.

Nun können wir die Seite BH beliebig gleich 1 setzen.

Dann ist Seite DH $= \tan f$, Seite HE gleich $\tan s$, und schliesslich ist HC, die Diagonale im Parallelogramm HDCE $= \tan x$, denn die Winkel BHD, BHE, und BHC sind Rechte.

Aber Seite CE $=$ DH, also $= \tan f$. Winkel HEC $= 90^\circ$.

Dann ist (nach dem Pythagoreischen Lehrsatz) die Strecke HC im Quadrat $=$ der Summe von CE im Quadrat und HE im Quadrat oder mit anderen Worten

$$\begin{aligned}\tan^2 x &= \tan^2 f + \tan^2 s; \\ \tan x &= \sqrt{\tan^2 f + \tan^2 s}.\end{aligned}$$

Winkel y erhält man auf folgende Weise:
 Winkel $HEC = 90^\circ$

Dann ist $\tan y = \frac{CE}{HE}$, d. h. $\tan y = \frac{\tan f}{\tan s}$.

Die obigen Gleichungen lassen sich leicht lösen mit Hilfe einer Logarithmetabelle, da f und s bekannt sind. Die Winkel

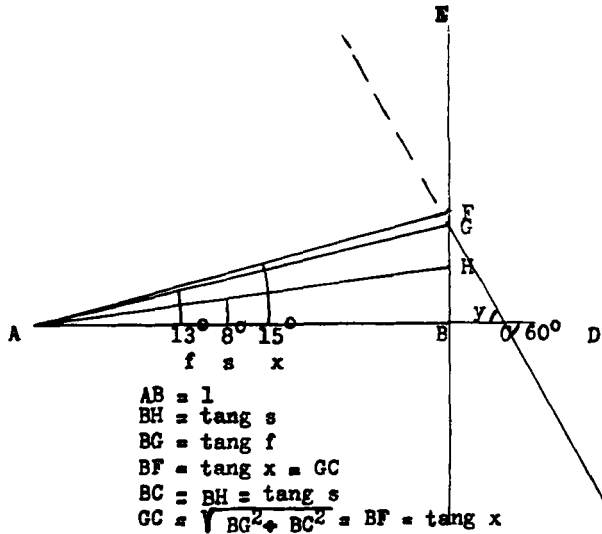


Fig. 14.

x und y können also leicht berechnet und in Graden ausgedrückt werden.

Doch die trigonometrische Lösung ist keineswegs unentbehrlich. Lediglich mit Hilfe von Lineal, Zirkel und Winkelmesser können die Winkel x und y auf folgende einfache Weise konstruiert werden:

Fig. 14 veranschaulicht dieses Verfahren.

Auf der Linie ABD ist ein Lot EB errichtet. Wir setzen die Strecke AB beliebig als Einheit. Bei A werden mit dem Winkelmesser die Winkel f und s an AB angetragen. Die Linie BE wird dann in den Punkten G und H geschnitten. Die Strecke BG ist dann gleich $\tan f$ und BH gleich $\tan s$. Die Strecke BH ($\tan s$) wird auf der Linie BD von B bis C abgetragen. Man

verbindet C mit G. Da der Winkel EBC ein Rechter ist, so ist das Quadrat über der Strecke GC gleich der Summe der Quadrate über BG und BC, also $\tan^2 f + \tan^2 s$.

Die Strecke GC ist mit anderen Worten gleich $\tan x$.

Diese Strecke trägt man auf BE von B nach F ab.

Man verbindet F mit A und erhält einen Winkel FAB, der also gleich dem *gesuchten Winkel* x sein muss.

Man misst nun einfach die Winkel x und y mit dem Winkelmesser.

Beim Einsägen des Gipsverbandes verlegt man demnach die Brücke y° lateral oder medial von der Sagittalebene durch die Frakturstelle, je nachdem ob der gleichzeitige Abweichungswinkel auf der frontalen Aufnahme (Winkel f) medial oder lateral gerichtet ist sowie nach vorn oder nach hinten, je nachdem ob der Abweichungswinkel s auf der sagittalen Aufnahme nach hinten oder nach vorn gerichtet ist.

Bei der Korrektur nimmt man nachher eine Brechung des Gipsverbandes mit dem Gliede darin um x° vor, unter Hinzurechnung von ein paar Graden zum Ausgleich voraussichtlicher Weichteilkompression.

Dass obige theoretische Berechnung der Winkel nicht ohne praktische Bedeutung ist, geht aus einer genaueren Betrachtung von Fall 1 hervor.

In Fig. 14 hat Verf. mit Absicht eben diejenigen Abweichungswinkel gewählt, die in Fall 1 vorkommen. Winkel f beträgt demgemäss 13° (medial gerichtet) und Winkel s 8° (nach vorn gerichtet).

Aus der Konstruktion ergibt sich, dass die Grösse des wirklichen Abweichungswinkels 15° war, und weiter, dass die Frakturbene mit der Sagittalebene einen Winkel von 60° bildete. Dass die Abweichung medial ist, geht aus der frontalen Aufnahme hervor. Dass sie gleichzeitig nach vorn gerichtet ist, geht aus der sagittalen Aufnahme hervor.

Die Brücke wäre also nach hinten und 60° lateral zu verlegen.

Die Brechung hätte effektiv 15° zu betragen, d. h. 15° mit

einer kleinen Zulage für die zu erwartende Weichteilkompression.

Diese mathematische Berechnungsmethode war zur Zeit des Eingriffs noch nicht ausgearbeitet.

Der Eingriff wurde daher mit ungefährender Abschätzung der Richtung der Frakturebene vorgenommen. Die Brücke wurde

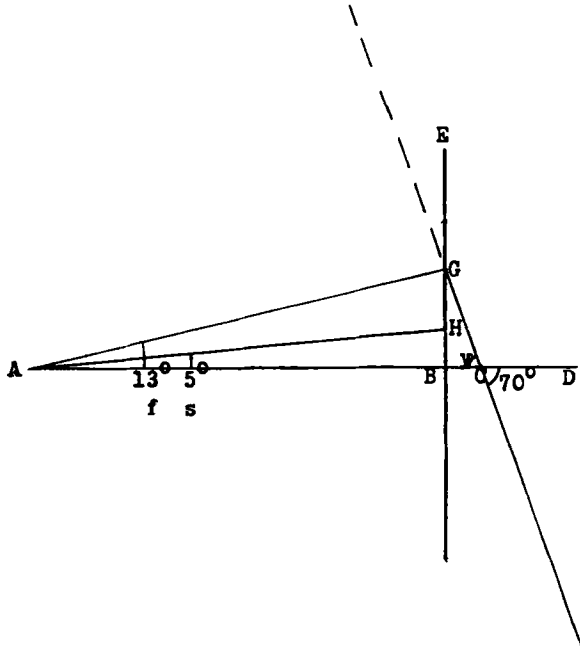


Fig. 15.

nach hinten und 70° lateral verlegt (statt 60°). Die Brechung betrug etwa 20° .

Es zeigte sich auch nach dem Eingriff, dass der Abweichungswinkel medial von 13° gut korrigiert war, während der Abweichungswinkel nach vorn in einer Grösse von 8° nicht völlig beseitigt war. Ein Abweichungswinkel von 3° nach vorn war nämlich geblieben.

Inwieweit hätte nun eine mathematische Berechnung nach

dem oben angegebenen Methode besseres Resultat geben können?

Fig. 15 ist rückwärts konstruiert.

Bei A haben wir Winkel f mit 13° angetragen und so Punkt G auf EB gefunden. Von G hat man die Linie GC gezogen, welche die Horizontallinie in einem Winkel von genau 70° in C schneidet. Die Strecke BC ist in B aufwärts angetragen, wodurch H gewonnen ist. H ist mit A verbunden worden. Wir

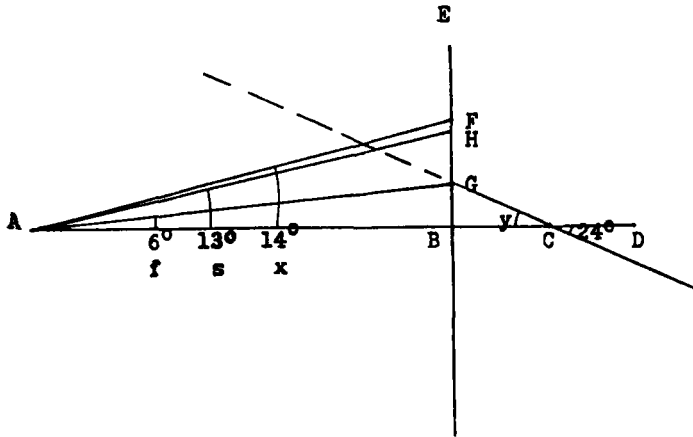


Fig. 16.

haben Winkel HAB gemessen und seine Grösse auf 5° bestimmt. Hieraus ergibt sich, dass für y der Wert von 70° richtig gewesen wäre, wenn der mediale Abweichungswinkel immer noch 13° betragen hätte, *der Abweichungswinkel nach vorn aber 5° statt 8°* . Die 3° , die an der völligen Ausrichtung des Abweichungswinkels nach vorn fehlten, finden also ihre volle Erklärung darin, dass es nicht möglich war bei *nur ungefähre* Abschätzung der Richtung der Frakturebene im Verhältnis zur Sagittalebene die Brücke genau auf ihren richtigen Platz zu verlegen.

Fig. 16 zeigt die entsprechende Konstruktion für Fall 3. Das Bild nimmt sich ziemlich anders aus als das vorige, da Winkel f (der Abweichungswinkel auf der frontalen Aufnahme) kleiner ist als Winkel s (der Abweichungswinkel auf der sag-

ittalen Aufnahme), aber Konstruktion und Berechnung stimmen völlig mit obigen Ausführungen überein.

Entsprechende Berechnungen und Konstruktionen sind auch für Fall 2 und 4 ausgeführt worden.

Der besseren Übersicht halber folgen hier die Fälle 1—4 in Tabellenform:

Röntgenologische Abweichungswinkel		Errechneter wirklicher Abw.-winkel	Errechnete Richtung der Frakturebene	Ausgeführte Brechung Ihre		Resultat (gebliebener Abweichungs- winkel)
				Grösse	Richtung	
Fall 1	nach vorn 80° medial 130°	150°	nach vorn, 600° medial	knapp 200°	nach hinten, 700° lateral	nach vorn 30° medial 00°
Fall 2	nach hinten 150° medial 140°	200°	nach hinten, 430° medial	reichtl. 200°	nach vorn, 450° lateral	nach hinten 00° medial 00°
Fall 3	nach vorn 130° medial 60°	140°	nach vorn, 240° medial	fast 200°	nach hinten, 250° lateral	nach vorn 00° medial 00°
Fall 4	nach vorn 250° lateral 100°	26,50°	nach vorn, 200° lateral	etwa 300°	nach hinten, 250° medial	nach vorn 00° lateral 00°

In den Fällen 2—4 war die Korrektur des vorhandenen Abweichungswinkels genau erreicht, wie aus den Röntgenbildern vor und nach dem Eingriff hervorgeht. Der Grund, weshalb in Fall 1 nicht völlige Korrektur erreicht wurde, ist oben erörtert.

Diese Fälle genauer Reposition beweisen also eine so gut wie völlige Übereinstimmung zwischen den Richtungen der errechneten Frakturebene und der ausgeführten Brechung, sowie zwischen den Grössen des errechneten Abweichungswinkels und der ausgeführten Brechung (betreffs der Zulage wegen berechneter Weichteilkompression, siehe oben).

SUMMARY

In the treatment of fractures of the long bones a *dislocatio ad axin* is sometimes established, either immediately after the application of the plaster of Paris bandage or a few weeks afterwards.

Instead of removal of the plaster of Paris bandage, redressment and application of another bandage in such cases the author has employed the following procedure during the last few years: —

After an X-ray examination in 2 perpendicular planes, as a rule in the frontal and the sagittal plane, the following things are performed:

1) Measurement of the angle between the axis of the lower fragment and the prolongation of the axis of the upper fragment in the following termed »the angle of deviation«) in the skiagrams,

2) a horizontal saw cut is made in the plaster of Paris bandage at the level of the fracture through the whole of the bandage stopping at a bridge, 4—5 cm. broad, on *the side* towards which the vertex of the angle between the fragments seems to point,

3) breaking of the plaster of Paris bandage with the extremity enclosed until the cut made with the saw is open at the angle desired and insertion of a plug of suitable size and shape into the cut,

4) X-ray control, and in conclusion

5) stiffening of the plaster of Paris bandage by means of starch and plaster of Paris dressings.

In all the 14 cases the end was achieved: the angle of deviation was done away with completely, or nearly so.

Five cases are recorded here with skiagrams taken before and after the interference. The cases 1—4 are typical. Case No. 5 shows another employment of the method. In this case the aim was to do away with a position of extreme dorsiflexion of the foot without injury to an ideal reposition of a fracture of the astragalus.

The author moreover states a method which makes it possible exclusively by means of the two angles of deviation ascertained skiagraphically in 2 perpendicular planes to *determine mathematically both the angle of deviation proper and the plane in which the angle of deviation lies in relation to the frontal and sagittal planes of the patient.*

In fig. 13 the angle CBH is the real angle of deviation between the fragments (AB and BC) which has to be determined and which is called x . The angle DBH (f) is known and equal to the angle of deviation in the frontal picture. The angle EBH (s) is also known and is equal to the angle of deviation in the sagittal picture.

From a purely mathematical point of view, then, *the axis of the lower fragment can be regarded as the diagonal of a rectangular parallelepiped.*

If now BC is seen in front view it will coincide with BD, if it is seen in side view it will coincide with BE.

The line BH can suitably be equalled to 1.

HD, HE and HC are then equal to $\tan f$, $\tan s$ and $\tan x$ respectively.

The angle HEC is a right angle, and

$$\tan^2 x = \tan^2 f + \tan^2 s;$$

$$\tan x = \sqrt{\tan^2 f + \tan^2 s}.$$

Moreover:

the plane in which the angle of deviation x lies, *the fracture plane*, BHCJ, forms together with the sagittal plane, BHEI, the angle CHE which is called y and which has to be determined.

The angle HEC is a right angle, and

$$\tan y = \frac{\tan f}{\tan s}.$$

The angles x and y can then easily be determined.

It is, however, not necessary to use the logarithm table in order to determine the number of degrees of the angles x and y . Fig. 14 shows how the angles x and y can be determined through construction exclusively by means of ruler, a pair of compasses and graphometer.

A normal, EB, is drawn to the line ABD. The line AB is equalled to 1.

At A the angles f and s (in this case 13° and 8°) are set off by means of the graphometer. The line BE is then intersected at the points G and H.

The line BG is then equal to $\tan f$ and BH equal to $\tan s$.

On the line BD the line BH ($\tan s$) is set off from B to C.

As the angle GBC is a right angle the square of GC is equal to $GB^2 + BC^2$, or $\tan^2 f + \tan^2 s$ or just equal to $\tan^2 x$. The line GC is thus in other words equal to $\tan x$.

This line is now set off on BE from B to F. F is connected with A and the result is the angle FAB, which must be equal to the angle x that had to be determined.

Moreover the angle at B in the triangle GBC is a right angle.

BG is equal to $\tan f$ and BC equal to $\tan s$.

The tangent of the angle BCG is thus equal to $\frac{\tan f}{\tan s}$.

The angle BCG must then be equal to the other angle that had to be determined, y .

The angles x and y are then simply measured by means of the graphometer, in this case 15° and 60° .

On sawing through the plaster of Paris bandage the plaster of Paris bridge is then placed y degrees to the medial or lateral side of the sagittal plane. On correction a break of x degrees is made with the addition of a few degrees to make up for probable compression from the soft parts.

RÉSUMÉ

Dans le traitement de fractures des longs os tubulaires, on constate quelquefois une *dislocatio ad axin*, soit immédiatement après l'application du plâtre, ou quelques semaines plus tard.

Dans de tels cas, au lieu d'enlever le plâtre, de faire un redressement du membre et d'appliquer un nouvel appareil, l'auteur a suivi dans ces dernières années la méthode que voici :

Après l'inspection radioscopique faite dans 2 plans perpendiculaires l'un à l'autre, généralement dans le plan frontal et sagittal —

1) Mesurer sur les radiographies l'angle formé par l'axe du fragment inférieur et le prolongement de l'axe du fragment supérieur (plus loin appelé »angle de déviation«),

2) Faire avec une scie une incision horizontale dans le

plâtre, au niveau de la fracture, coupant le bandage entier en réservant seulement un pont large de 4—5 cm du côté vers lequel semble pointer le sommet de l'angle que forment les fragments.

3) Briser l'appareil avec le membre qu'il renferme jusqu'au point où l'incision s'adapte à l'angle voulu, puis insérer dans la coupure un bouchon de grosseur et de forme convenables,

4) Contrôler par radioscopie, et enfin

5) Renforcer l'appareil au moyen de bandes mouillées d'amidon et de plâtre.

Dans tous les cas qu'il a traités — au nombre de 14 — l'auteur a atteint son but: l'angle de déviation a été réduit à rien ou presque rien.

Cinq cas sont présentés ici, illustrés par des radiographies prises avant et après l'intervention. Les cas 1—4 sont typiques. Le cas 5 représente une autre application de la méthode. Il s'agissait de corriger une attitude de flexion hyper-dorsale du pied sans compromettre le redressement idéal obtenu après une fracture du talus.

L'auteur indique en outre une méthode qui permet de calculer mathématiquement, uniquement à l'aide des deux angles de déviation constatés par des radioscopies prises dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre, *soit les valeurs des véritables angles de déviation, soit le plan où est situé l'angle de déviation par rapport au plan frontal ou sagittal du malade.*

Sur la fig. 13 l'angle CBH indique l'angle de déviation réel et cherché, entre les fragments AB et BC, l'angle x . L'angle DBH (f) est connu et égal à l'angle de déviation visible sur la radiographie frontale. L'angle EBH (s) est également connu et égal à l'angle de déviation que montre la radiographie sagittale.

Au point de vue purement mathématique, *l'axe du fragment inférieur peut donc être regardé comme la diagonale d'un parallélogramme à angles droits.*

Si on regarde BC exactement du devant, elle coïncide avec BD, si on la voit exactement du côté, elle coïncide avec BE. Le segment BH pourra arbitrairement être posé égal à 1.

HD, HE et AC seront donc égales à $\operatorname{tg} f$, respectivement $\operatorname{tg} s$ et $\operatorname{tg} x$.

L'angle HEC est un droit. Nous avons alors:

$$\operatorname{tg}^2 x = \operatorname{tg}^2 f + \operatorname{tg}^2 s;$$

$$\operatorname{tg} x = \sqrt{\operatorname{tg}^2 f + \operatorname{tg}^2 s}.$$

Ensuite: Le plan dans lequel est situé l'angle de déviation x , le plan de la fracture BHCI, forme avec le plan sagittal BHEI, l'angle CHE qu'on désigne par y et qu'on cherche.

L'angle HEC est un droit.

$$\text{Sera donc } \operatorname{tg} y = \frac{\operatorname{tg} f}{\operatorname{tg} s}.$$

Les angles x et y se déterminent donc aisément.

Il n'est pourtant pas nécessaire de se servir d'une table logarithmique pour déterminer les valeurs en degrés des angles x et y .

La fig. 14 montre comment on trouve par construction les angles cherchés x et y , simplement avec la règle le compas et le rapporteur.

Sur la droite ABD on élève une perpendiculaire EB. Le segment AB est arbitrairement posé égal à 1.

Avec le rapporteur on porte en A les angles f et s (dans ce cas 13° et 8°). La ligne BE sera alors coupée dans les points G et H.

Le segment BG sera alors égal à $\operatorname{tg} f$ et BH égal à $\operatorname{tg} s$. On porte le segment BH ($\operatorname{tg} s$) sur la droite BD de B jusqu'à C. L'angle GBC étant un droit, le carré sur le segment GC sera égal à $GB^2 + BC^2$, donc $\operatorname{tg}^2 f + \operatorname{tg}^2 s$; c'est à dire justement égal à $\operatorname{tg}^2 x$. En d'autres termes le segment GC est égal à $\operatorname{tg} x$.

On porte ce segment sur la droite BE, de B jusqu'à F.

On relie F à A, et l'on aura l'angle FAB, qui sera donc égal à l'angle cherché x .

Ensuite:

Le triangle GBC est rectangle en B.

BG est égale à $\operatorname{tg} f$ et BC égale à $\operatorname{tg} s$.

Par conséquent la tangente de l'angle BCG est égale à $\frac{\operatorname{tg} f}{\operatorname{tg} s}$.

Donc, l'angle BCG sera égal l'autre *angle cherché*, *y*.

On pourra alors simplement mesurer avec le rapporteur les angles *x* et *y*, dans ce cas respectivement 15° et 60°.

Ayant incisé l'appareil plâtré, on déplace le pont de plâtre *y* degrés par rapport au plan sagittal, dans le sens médial ou latéral. Au moment de la correction on fait une flexion de *x* degrés, en ajoutant 2 ou 3 degrés pour neutraliser une compression probable des parties molles.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Behandlung von Brüchen der langen Röhrenknochen muss man zuweilen eine *dislocatio ad axin* konstatieren, sei es unmittelbar nach der Anlegung des Gipsverbandes oder einige Wochen später.

Statt in solchen Fällen den Gipsverband abzunehmen, redressement vorzunehmen und einen neuen Gipsverband anzulegen, hat Verf. in den letzten Jahren folgendes Verfahren angewandt:

Nachdem die Röntgenuntersuchung in 2 zu einander senkrechten Ebenen, gewöhnlich in der Frontal- und der Sagittalebene, vorgenommen ist,

1) Messung des Winkels zwischen der Achse des unteren Fragments und der Verlängerung der Achse des oberen Fragments (im folgenden »Abweichungswinkel« benannt) auf den Röntgenbildern,

2) Vornahme eines wagerechten Sägeschnitts im Gipsverband in der Höhe der Frakturstelle, durch den ganzen Gipsverband hindurch bis auf eine 4—5 cm breite Brücke an der Seite, nach der die Spitze des Winkels zwischen den Fragmenten zu zeigen scheint,

3) Brechen des Gipsverbandes mit dem darin eingeschlossenen Gliede, bis der Sägeeinschnitt im gewünschten Winkel klafft und Einsetzen eines Korks von passender Grösse und Form in den Einschnitt,

4) Röntgenkontrolle, und schliesslich

5) Verstärkung des Gipsverbandes mit Stärke- und Gipsbinde.

In sämtlichen Fällen, 14 an der Zahl, ist der Zweck erreicht worden: der Abweichungswinkel ist ganz oder nahezu ganz beseitigt.

Fünf Fälle werden hier vorgeführt mit Röntgenbildern von vor und nach dem Eingriff. Die Fälle 1—4 sind typisch. Fall 5 zeigt eine andere Verwendung der Methode. Da handelte es sich darum, eine Hyperdorsalflexionsstellung im Fusse zu beheben, ohne einen idealisch reponierten Talusbruch zu beeinträchtigen.

Verf. gibt ferner eine Methode an, wie man lediglich mit Hilfe der beiden röntgenologisch festgestellten Abweichungswinkel in 2 zu einander senkrechten Ebenen *mathematisch sowohl die Grösse des faktischen Abweichungswinkels errechnen kann, als auch die Ebene, in welcher der Abweichungswinkel liegt im Verhältnis zur Frontal- oder Sagittalebene des Patienten.*

In Fig. 13 gibt Winkel CBH den wirklichen, gesuchten Abweichungswinkel zwischen den Fragmenten (AB und BC) an, genant x. Der Winkel DBH (f) ist bekannt und gleich dem Abweichungswinkel auf der frontalen Aufnahme. Winkel EBH (s) ist ebenfalls bekannt und gleich dem Abweichungswinkel auf der sagittalen Aufnahme.

Rein mathematisch gesehen, kann *die Achse des unteren Fragmentes also als Diagonale eines rechtwinkligen Parallelopipe-dons* angesehen werden.

Sieht man nun BC genau von vorne, so fällt sie mit BD zusammen, sieht man sie genau von der Seite, so fällt sie mit BE zusammen.

Die Strecke BH kann beliebig gleich 1 angesetzt werden.

HD, HE und HC sind dann gleich $\tan f$, bzw. $\tan s$ und $\tan x$.

Winkel HEC ist ein rechter. Dann ist:

$$\tan^2 x = \tan^2 f + \tan^2 s;$$

$$\tan x = \sqrt{\tan^2 f + \tan^2 s}.$$

Weiter:

Die Ebene, in der der Abweichungswinkel x liegt, die *Frak-*

turebene, BHCJ, bildet mit der Sagittalebene, BHEI, den Winkel CHE, der gleich y gesetzt und gesucht wird.

Der Winkel HEC ist ein rechter.

Dan ist $\text{tang } y = \frac{\text{tang } f}{\text{tang } s}$.

Die Winkel x und y können dann leicht berechnet werden.

Es ist aber nicht notwendig, die Logaritentabelle zu benutzen, um den Wert der Winkel x und y in Graden festzustellen.

Fig. 14 zeigt, wie man *nur mit Hilfe von Lineal, Zirkel und Winkelmesser, die gesuchten Winkel x und y einfach durch Konstruktion finden kann.*

Auf der Linie ABD ist ein Lot EB errichtet. Die Strecke AB wird beliebig gleich 1 gesetzt.

Bei A werden mit dem Winkelmesser die Winkel f und s (in diesem Falle 13° und 8°) angetragen. Die Linie BE wird dann in den Punkten G und H geschnitten.

Die Strecke BG ist dann gleich $\text{tang } f$ und BH gleich $\text{tang } s$.

Die Strecke BH ($\text{tang } s$) wird auf der Linie BD von B nach C abgetragen.

Da der Winkel GBC ein Rechter ist, ist das Quadrat über der Strecke GC gleich $GB^2 + BC^2$, also $\text{tang}^2 f + \text{tang}^2 s$ oder also gerade gleich $\text{tang}^2 x$. Die Strecke GC ist mit anderen Worten *gleich tang x .*

Diese Strecke trägt man nun auf BE von B nach F ab. Man verbindet F mit A und erhält so den Winkel FAB, der also *gleich dem gesuchten Winkel x sein muss.*

Weiter:

Im Dreieck GBC ist ferner der Winkel bei B ein Rechter.

BG ist gleich $\text{tang } f$ und BC gleich $\text{tang } s$.

Tang des Winkels BCG ist mithin gleich $\frac{\text{tang } f}{\text{tang } s}$.

Also muss Winkel BCG gleich dem anderen *gesuchten Winkel, y sein.*

Die Winkel x und y misst man nachher einfach mit dem Winkelmesser, in diesem Falle 15° bzw. 60° .

Beim Sägen im Gipsverbande verlegt man dann die Gipsbrücke y Grad medial oder lateral von der Sagittalebene. Bei der Korrektur macht man eine Brechung um x Grad, unter Hinzurechnung von ein paar Graden zum Ausgleich voraussichtlicher Weichteilskompression.