

# De grendelpen : een methode ter behandeling van meerfragment- en etagefracturen van de femurschacht

## Citation for published version (APA):

Reinders, J. F. M. (1985). *De grendelpen : een methode ter behandeling van meerfragment- en etagefracturen van de femurschacht*. Rijksuniversiteit Limburg.

## Document status and date:

Published: 01/01/1985

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# HOOFDSTUK 13

## SAMENVATTING EN CONCLUSIES

### 13.1 Samenvatting en conclusies

In deze studie worden meerfragment- en etagefracturen als een aparte groep gezien omdat deze fracturen moeilijk te behandelen zijn en in de weinige publicaties over dit onderwerp een hoog percentage complicaties wordt aangegeven. De gegevens van 89 patiënten met 93 van deze fracturen uit een collectief van 458 patiënten met femurschachtfracturen zijn in deze studie verwerkt. Hiertoe werd door de auteur het patiëntenmateriaal uit de Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik te Frankfurt en uit het De Weverziekenhuis te Heerlen uitvoerig bestudeerd.

Vanaf 1972 zijn in de Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik alle femurschachtfracturen met een Grendelpen gestabiliseerd. Hierdoor is in de periode 1973 - 1981 een gesloten serie van 52 patiënten ontstaan met 55 meerfragment- en etagefracturen van de femurschacht. Als referentiekader zijn de gegevens van 37 patiënten met 38 soortgelijke fracturen, die in de periode 1974 - 1981 in het De Weverziekenhuis werden behandeld, bestudeerd. Deze patiënten werden met verschillende technieken behandeld.

Het gebruik van operatieve en niet-operatieve technieken en combinaties van technieken was voornamelijk te wijten aan het feit, dat het beschikbare osteosynthesemateriaal onvoldoende mogelijkheden bood om bij deze fracturen één bepaalde techniek toe te passen. In dit opzicht zijn de behandelingsmethoden en de resultaten uit het De Weverziekenhuis waarschijnlijk representatief voor de situatie in de meeste Nederlandse klinieken waar men niet de beschikking heeft over de Grendelpen.

De resultaten van de Grendelpenosteosynthesen worden geplaatst tegenover de resultaten van de andere behandelingstechnieken. Vanwege de relatieve zeldzaamheid van deze fracturen is het niet mogelijk elke techniek afzonderlijk te vergelijken met de Grendelpenosteosynthesen. Wel vormden de patiënten uit het De Weverziekenhuis een gesloten patiëntenreeks die in zijn totaliteit vergeleken kan worden met de Grendelpenosteosynthesen. Het is niet de bedoeling absolute uitspraken te doen aan de hand van de verkregen resultaten in beide groepen. De opzet van dit onderzoek is te laten zien welke de resultaten van de Grendelpenosteosynthese zijn bij deze moeilijke fracturen.

In hoofdstuk 2 wordt de femurschacht gedefinieerd en wordt de indeling van femurschachtfracturen toegelicht.

In het kort wordt in hoofdstuk 3 het fractuurtype en de ontstaanswijze van fracturen aangegeven. De wijze waarop bij verschillende verkeersdeelnemers een femurschachtfractuur kan ontstaan, wordt toegelicht.

De voor- en nadelen van andere behandelingstechnieken worden in hoofdstuk 4 opgesomd. Niet-operatieve behandelingstechnieken gaan gepaard met een hoog percentage vertraagde botgenezingen, re-fracturen en beenverkortingen. Boven-

dien blijft er vaak een beperkte kniefunctie bestaan en is de patiënt 3 tot 5 maanden in het ziekenhuis. Ook bij de operatieve technieken ontstaan regelmatig complicaties omdat conventionele platen en pennen niet geschikt zijn om deze complexe fracturen effectief te stabiliseren. Bovendien wordt door het aanbrengen van het osteosynthesemateriaal een groot additioneel trauma aan het bot en de weke delen toegevoegd.

Hoofdstuk 5 behandelt de arteriële doorbloeding van lange pijpbeenderen en de storingen die hierin optreden ten gevolge van fracturen. De invloed van verschillende osteosynthesetechnieken op de vascularisatie wordt besproken.

Aan de hand van gegevens uit experimentele studies worden de voordelen toegelicht, die een via de gesloten operatietechniek ingebrachte Grendelpen uit oogpunt van vascularisatie biedt.

Historische aspecten en achtergronden van intramedullaire osteosynthesen en in het bijzonder van de Grendelpen zijn ondergebracht in hoofdstuk 6.1.

Hoofdstuk 6.2. handelt over de biomechanische eigenschappen van de mergpen en de daarvan afgeleide Grendelpen. Met name het verschil tussen een Kuntscherpen en een statisch vergrendelde pen is essentieel. In het laatste geval moet het osteosynthesemateriaal alle lasten dragen tot de fractuur geconsolideerd is.

Het indicatiegebied van de Grendelpen vormt het thema van hoofdstuk 6.3. Met deze techniek kunnen fracturen vanaf de trochanter minor tot 6 cm boven de kniespleet behandeld worden. Bovendien is de techniek zeer geschikt om pseudarthrosen en pathologische fracturen te behandelen en om corrigerende osteotomiën uit te voeren. De begrippen dynamische en statische vergrendeling en de specifieke indicaties voor deze twee technieken worden uiteengezet.

Hoofdstuk 6.4. behandelt de vraag of het de voorkeur verdient een intramedullaire osteosynthese via de open of de gesloten operatietechniek te verrichten. Op grond van literatuurgegevens wordt geconcludeerd dat gestreefd moet worden naar een gesloten operatietechniek.

In hoofdstuk 6.5. komt de operatietechniek uitvoerig aan de orde. De ligging van de patiënt op de rektafel wordt besproken. Een goede ligging op de rektafel is essentieel voor het slagen van de operatie. De operatietechniek wordt stapsgewijs besproken. Voor de twee in de handel zijnde systemen wordt de operatietechniek beschreven.

In hoofdstuk 6.6. wordt de nabehandeling van een Grendelpenosteosynthese aangegeven.

De operatietechniek van de Grendelpen is niet eenvoudig. In hoofdstuk 6.7. worden systematisch de problemen besproken die bij de operatie kunnen optreden en wordt aangegeven hoe deze problemen te vermijden of op te lossen zijn.

Hoofdstuk 7 is gewijd aan de gevolgde procedure bij het na-onderzoek en het opsporen van de patiënten. De ten tijde van het na-onderzoek overleden patiënten en de niet na-onderzochte patiënten worden apart besproken.

In hoofdstuk 8 vindt een analyse van het patiëntenbestand plaats. 70% Van de patiënten was ten tijde van het ongeval tussen de 16 en 35 jaar. 86,5% Van de patiënten was het slachtoffer van een verkeersongeval. Dit hoge percentage is te verklaren uit het feit, dat meerfragment- en etagefracturen meestal ten gevolge van grote krachten zoals bij verkeersongevallen ontstaan. In totaal bleken 22,6% van de fracturen open te zijn. Voor alle patiënten werd de Injury Severity Score berekend. De gemiddelde I.S.S. was 27,7. Van alle patiënten had 73% begeleidend letsels. Deze letsels werden verdeeld naar letsels van algemene aard en specifieke homolaterale letsels. 41,5% Van de patiënten vertoonde een begeleidend schedel-hersen-trauma, 11,2% een heterolaterale femurfractuur en 23,7% een homolaterale onderbeenfractuur.

De hoofdstukken 9 en 10 geven de behandelingsresultaten weer die bij de Grendelpenosteosynthesen zijn behaald. Deze gegevens worden vergeleken met de resultaten van de andere technieken. In de Grendelpengroep waren er in 5,4% van de gevallen technische problemen tijdens de operatie die de repositie of de stabiliteit blijvend beïnvloedden. In de niet-Grendelpengroep was dit percentage 26,5%. Er zijn een aantal grensindicaties voor de toepassing van een Grendelpen. De hierbij toegepaste technieken worden aangegeven en van commentaar voorzien. Met name een gecombineerd letsel van dijbeenhals en femurschacht kan met een Grendelpen efficiënt behandeld worden. Het tijdstip waarop het been partieel en volledig belast kon worden, bleek bij een Grendelpenosteosynthese gemiddeld 37 en 118 dagen eerder te zijn dan bij de patiënten die met andere technieken behandeld werden. De fracturen met een Grendelpenosteosynthese waren gemiddeld 4 maanden eerder geconsolideerd dan de met andere technieken behandelde fracturen. Met betrekking tot de postoperatieve complicaties waren er hele duidelijke verschillen ten gunste van de Grendelpen zeker met betrekking tot het percentage osteïtis en vertraagde botgenezing. In de groep Grendelpenosteosynthesen kwamen deze complicaties beduidend minder voor. Dit verschil kan verklaard worden uit het feit dat de Grendelpen meer stabiliteit biedt bij een geringer operatietrauma. Het percentage fracturen met een vertraagde botgenezing van 7,7% is laag in vergelijking met in de literatuur gepubliceerde gegevens van plaatosteosynthesen voor soortgelijke fracturen.

Hoofdstuk 11 is gewijd aan de functionele en anatomische resultaten.

De functionele resultaten waren bij de Grendelpenpatiënten beter dan bij de andere patiënten. De anatomische resultaten verschilden wat beide groepen betreft niet opvallend met gegevens uit andere studies. Bij de Grendelpenosteosynthesen werden in 20% van de gevallen lichte varusafwijkingen gezien. Dit is typisch voor de Grendelpen met name bij proximale fracturen wanneer de pen geen inklemming heeft in het proximale hoofdfragment. Opvallend is dat rotatie-afwijkingen, die frequent gezien worden bij andere intramedullaire osteosynthesetechnieken, bij de Grendelpen niet voorkwamen.

Enkele socio-economische aspecten komen in hoofdstuk 12 aan de orde.

Het valt op dat de patiënten met een Grendelpenosteosynthese gemiddeld 11 maanden eerder aan het werk waren dan de andere patiënten. Dit verschil wordt zeker door de andere arbeidsmoraal van de Duitsers en het strenge controlesysteem op arbeidsongeschiktheid, dat in West-Duitsland gehanteerd wordt, beïnvloed.

16% Van de niet-Grendelpengroep was volledig arbeidsongeschikt ten gevolge van complicaties van de fractuurbehandeling. Geen van de Grendelpenpatiënten daarentegen was blijvend arbeidsongeschikt ten gevolge van de fractuur.

De eigenlijke waarde van een bepaalde osteosynthesetechniek in de behandeling van femurschachtfracturen blijkt uit de resultaten die behaald worden in de behandeling van moeilijke, d.w.z. meerfragment- en etagefracturen. De conclusie die men aan dit proefschrift kan verbinden is, dat de Grendelpen bij uitstek geschikt is voor de behandeling van alle femurschachtfracturen. Met de Grendelpen heeft men de beschikking over een universele techniek waarmee alle femurschachtfracturen behandeld kunnen worden en waarmee ook bij moeilijke fractuurvormen goede resultaten verkregen kunnen worden, vooral wanneer men bedenkt voor welke problemen deze fracturen de chirurg in het verleden plaatste.

## 13.2. Summary and conclusions

In this study, comminuted and segmental fractures of the femoral shaft have been considered as a single group because they are both difficult to treat and the small number of publications available on the subject indicate a high percentage of complications. For the purpose of this study, data were collected on 89 patients with 93 such fractures, selected from a total of 458 case histories. The author has made a detailed study of case histories of the Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik in Frankfurt and of the De Wever Hospital in Heerlen. Since 1972, all fractures of the femoral shaft at the Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik have been stabilised by means of the interlocking nail, so that a homogeneous group of 52 patients with 55 comminuted or segmental femoral shaft fractures was obtained between 1973 and 1981. The case histories of 37 patients treated at the Wever Hospital between 1974-1981 for fractures of this type were used as a reference group. These patients were treated by various methods. The use of operative, non-operative or combined techniques was mainly due to the fact that the available osteosynthesis material provided insufficient possibilities for application of one specific technique for treatment of all these fractures. In this respect, the results obtained at the De Wever Hospital are probably representative for most Dutch hospitals.

The results of the interlocking nail osteosynthesis have been compared to the results obtained by means of other techniques. Due to the fact that these types of fracture are relatively rare, it has not been possible to make separate comparisons between the interlocking nail and each of the other techniques. The total number of De Wever Hospital patients nonetheless constituted a homogeneous group comparable with the patients who underwent interlocking nail osteosynthesis. It is not the author's intention to draw hard and fast conclusions on the basis of the results in these two groups. The object of this study is to describe the excellent results obtained by means of interlocking nail osteosynthesis.

The femoral shaft is defined in chapter 2 and an explanation is given concerning the categorisation of femoral shaft fractures.

Chapter 3 deals with the accident pattern which causes such fractures. The manner in which femoral shaft fractures can occur in different accidents is also explained.

The advantages and disadvantages of other techniques are summarised in chapter 4. The literature reveals that non-operative treatment results in a high percentage of delayed union, refracturing and shortening of the leg. Furthermore, kneefunction is often impaired and patients are confined to hospital for periods varying between 3 and 5 months.

Complications also occur regularly as the result of operative techniques. This is mainly due to the fact that conventional nails and plates are not suitable for efficient stabilisation of these complex fractures. In addition, application of the osteosynthesis material causes considerable supplementary trauma to both the bone and the soft tissues.

Chapter 5 discusses the blood circulation in long bones and the circulatory malfunctions which can be caused by fractures. The effect of various osteosynthesis techniques on vascularisation is discussed. On the basis of data obtained from experimental studies, the advantages of application of the interlocking nail by means of closed operative techniques are explained from the vascularisation angle.

The historical aspects and background of intramedullary osteosynthesis and, in particular, of the interlocking nail technique are handled in chapter 6.1.

Chapter 6.2. concerns the biomechanical properties of the intramedullary nail and the interlocking nail developed from it. There are a number of important differences. In particular, the difference between a Küntscher nail and a static interlocked nail is of essential importance. In the case of the latter, the osteosynthesis material has to bear the full stress until the fracture has healed.

The indications for the interlocking nail are the subject of chapter 6.3. It appears that this technique is suitable for the treatment of fractures in the area between the trochanter minor and a point 6 cm above the knee-joint. Furthermore, the technique is highly suitable for treatment of pseudoarthroses and pathological fractures and for correction osteotomies. The concepts of dynamic and static interlocking and the specific indications for these two techniques are defined.

Chapter 6.4. is dedicated to the discussion of whether it is preferable to practice intramedullary osteosynthesis by means of open or closed operative techniques. The author is of the opinion that preference should be given to the closed operative technique whenever possible.

The advantages and disadvantages of the operative techniques are handled in detail in chapter 6.5. The various positions on the extension table are discussed. A good position on the extension table is essential for the success of the operation. The successive procedures during the operation are discussed stage by stage and the operative techniques for the two commercially available systems are described.

Chapter 6.6. gives a brief description of the follow-up treatment of interlocking nail osteosynthesis.

The interlocking nail technique is not simple. Chapter 6.7. provides a systematic review of the problems which can arise during the operation with an indication of the manner in which they can be avoided or solved.

Chapter 7 concerns tracing patients and the procedure followed during the follow-up examination. Both the patients who had died before the time the follow-up examination was planned and those who did not undergo such an examination (for other reasons) are discussed separately.

Chapter 8 provides an analysis of the patient group. At the time of their accident, 70% of the patients were aged between 16 and 35. 86.5% of the patients were

victims of roadtraffic accidents. This high percentage can be explained by the fact that comminuted and segmental fractures usually occur as the result of heavy impact, as is the case in such accidents. A total of 22.6% of the injuries appeared to consist of open fractures. The Injury Severity Score was calculated for all patients. The average I.S.S. was 27.7 and 73% of the patients suffered additional lesions. These lesions were divided into those of a general nature and specific homolateral lesions. 41.5% of the victims suffered brain concussion, 11.2% had heterolateral femoral fractures and 23.7% homolateral fractures of the lower leg.

Chapters 9 and 10 give the results obtained by means of interlocking nail osteosynthesis. These results are compared to those obtained by means of alternative techniques. 5.4% of the patients in the interlocking nail group presented technical problems during the operation which had effects on reposition or stability of the fracture. This percentage in the non-interlocking nail group was 26.5%. There are a number of borderline indications for the interlocking nail. The techniques used in such cases are indicated with comments. A combined fracture of the neck and the shaft of the femur, for example, is particularly well suited for interlocking nail osteosynthesis.

The time before the leg could carry partial (of full) weight averaged 37 (or 118) days less with the interlocking nail than with the other techniques. Fractures treated by means of the interlocking nail healed, on average, 4 months earlier than fractures treated by means of alternative techniques. With regard to post-operative complications, there were clear differences in favour of the interlocking nail in relation to the development of osteitis and delayed union. These complications occurred far less frequently in the patients treated by the interlocking nail. This difference can be explained by the fact that the interlocking nail provides greater stability and causes less operative trauma. The percentage of 7.7 for fractures with delayed union is low in comparison with the figures published in the literature for plate osteosynthesis of similar fractures.

Chapter 11 is dedicated to the functional and anatomical results. The functional results were better in the interlocking nail patients. The anatomical results for both groups varied only slightly from those obtained in other studies. Slight varus deformity was noted in 20% of the interlocking nail patients. This is typical for the interlocking nail, particularly in the case of proximal fractures, when the nail is not elastically wedged in the main proximal fragment. It is worthy of note that the rotation problem frequently resulting from other intramedullary osteosynthesis techniques was totally absent in the interlocking nail group.

A number of socio-economic aspects are dealt with in chapter 12. It is interesting to observe that the patients treated by means of the interlocking nail were back at work, on average, 11 months earlier than the other patients. This difference is certainly due in part to a different attitude towards work among the Germans, as well as to the strict control on disablement exercised in West Germany. A total of 16% of the non-interlocking nail patients were permanently disabled as a result of complications of the treatment of their fractures. Whereas none of the interlocking nail patients were permanently disabled as a result of the fracture treatment.



Assuming that the intrinsic value of a specific osteosynthesis technique for the treatment of femoral shaft fractures can be assessed by the results obtained by treatment of difficult cases, i.e. the comminuted and segmental fractures, the conclusion reached in this thesis is that the interlocking nail is particularly well-suited for treatment of all femoral shaft fractures. The interlocking nail provides a universal technique for the treatment of such fractures and also provides good results in the presence of difficult fractures, especially when the problems which these fractures formerly presented to surgeons are taken into consideration.

### 13.3. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In dieser Studie werden Mehrfragment- und Etagenfrakturen als eine gesonderte Gruppe angesehen, da diese Frakturen schwierig zu behandeln sind und in den wenigen Veröffentlichungen über dieses Thema ein hoher Prozentsatz an Komplikationen angegeben wird. Die Daten von 89 Patienten mit 93 dieser Femurschaftfrakturen aus einer Gesamtgruppe von 458 Patienten sind in dieser Studie verarbeitet. Hierzu hat der Autor das Patientenmaterial aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik in Frankfurt und aus dem De Wever-Krankenhaus in Heerlen eingehend untersucht.

Ab 1972 wurden in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik alle Femurschaftfrakturen mit einem Verriegelungsnagel stabilisiert, wodurch im Zeitraum von 1973 bis 1981 eine geschlossene Serie von 52 Patienten mit 55 Mehrfragment- und Etagenfrakturen des Femurschaftes entstanden ist. Als Bezugsrahmen dienten die Daten von 37 Patienten mit 38 gleichartigen Frakturen, die im Zeitraum von 1974-1981 im De Wever-Krankenhaus behandelt wurden.

Bei diesen Patienten wurden verschiedene Behandlungstechniken angewandt. Die Anwendung von operativen und nichtoperativen Techniken und die Kombination von Techniken war vornehmlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass das verfügbare Osteosynthesematerial ungenügende Möglichkeiten bot, um bei diesen Frakturen eine einheitliche Technik anzuwenden.

In dieser Hinsicht sind die Ergebnisse aus dem De Wever-Krankenhaus wahrscheinlich für die Situation in den meisten niederländischen Kliniken repräsentativ, wo man nicht über den Verriegelungsnagel verfügt. Die Ergebnisse der Verriegelungsnagelosteosynthesen wurden den Ergebnissen anderer Behandlungstechniken gegenübergestellt. Wegen der relativen Seltenheit dieser Frakturen ist es nicht möglich, jede Technik einzeln mit den Verriegelungsnagelosteosynthesen zu vergleichen. Wohl aber bildeten die Patienten aus dem De Wever-Krankenhaus eine geschlossene Patientengruppe, die in ihrer Gesamtheit mit den Verriegelungsnagelosteosynthesen verglichen werden kann. Es wird nicht bezweckt, anhand der erzielten Resultate in beiden Gruppen absolute Aussagen zu machen. Diese Untersuchung soll vielmehr zeigen, welche Ergebnisse die Verriegelungsnagelosteosynthese bei diesen schwierigen Frakturen erbracht hat.

In Kapitel 2 wird der Femurschaft definiert, und es wird die Einteilung von Femurschaftfrakturen erläutert.

In Kapitel 3 werden kurz Frakturtype und Entstehung von Frakturen aufgezeigt. Die Art und Weise, wie bei verschiedenen Verkehrsteilnehmern eine Femurschaftfraktur entstehen kann, wird erläutert.

In Kapitel 4 werden die Vor- und Nachteile verschiedener Behandlungstechniken aufgezählt. Die nichtoperative Behandlung geht einher mit einem hohen Prozentsatz an verzögerten Knochenheilungen, mit Refrakturen und Beinverkürzungen. Des weiteren bleibt oft die Funktionsfähigkeit des Knies eingeschränkt, und der Patient befindet sich 3-5 Monate im Krankenhaus. Auch bei den operativen Techniken wird man regelmässig mit Komplikationen konfrontiert. Dies ist vornehmlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass konventionelle Platten und Nägel nicht

geeignet sind, um diese komplexen Frakturen auf effektive Weise zu stabilisieren. Ausserdem wird beim Anbringen des Osteosynthesematerials ein grosses zusätzliches Trauma am Knochen und den Weichteilen hinzugefügt.

Kapitel 5 behandelt die arterielle Durchblutung von langen Röhrenknochen und deren Störungen, die bei Frakturen auftreten. Der Einfluss verschiedener Osteosynthesetechniken auf die Vaskularisation wird besprochen. Anhand von Daten aus Experimentalstudien werden die Vorteile erläutert, die ein über die geschlossene Operationstechnik eingebrachter Verriegelungsnagel vom Gesichtspunkt der Vaskularisation aus bietet.

Historische Aspekte und Hintergründe der intramedullären Osteosynthesen im Allgemeinen und des Verriegelungsnagels im besonderen sind in Kapitel 6.1 beschrieben.

Kapitel 6.2. behandelt die biomechanischen Eigenschaften des Marknagels und des davon abgeleiteten Verriegelungsnagels. Es gibt einige wesentliche Unterschiede zwischen beiden, wobei namentlich dem Unterschied zwischen einem Küntschernagel und einem statisch verriegelten Nagel grosse Bedeutung zukommt. Im letzten Fall muss das Osteosynthesematerial die volle Last tragen, bis die Fraktur geheilt ist.

Das Anwendungsgebiet des Verriegelungsnagels wird behandelt in Kapitel 6.3. Mit dieser Technik können Frakturen ab dem Trochanter minor bis 6 cm oberhalb des Kniegelenkspalts behandelt werden. Ausserdem eignet sich diese Technik sehr gut zur Behandlung von Pseudarthrosen und pathologischen Frakturen und zur Durchführung von korrigierenden Osteotomien. Die Begriffe dynamische und statische Verriegelung und die spezifischen Indikationen für diese zwei Techniken werden erläutert.

Kapitel 6.4. beschäftigt sich mit der Frage, welche Technik bei der intramedullären Osteosynthese den Vorzug verdient, die offene oder die geschlossene Operationstechnik. Der Autor vertritt die Ansicht, dass die geschlossene Operationstechnik anzustreben ist.

In Kapitel 6.5. wird die Operationstechnik ausführlich behandelt. Weiterhin werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Liegepositionen auf dem Extensionstisch besprochen. Eine gute Lage ist für das Gelingen der Operation von grösster Bedeutung. Die aufeinanderfolgenden Handlungen werden schrittweise besprochen. Für die zwei im Handel befindlichen Systeme wird die Operationstechnik beschrieben.

In Kapitel 6.6. wird die Nachbehandlung einer Verriegelungsnagelosteosynthese kurz abgehandelt.

Die Verriegelungsnageltechnik ist nicht völlig unproblematisch. In Kapitel 6.7. werden systematisch die Probleme besprochen, die bei der Operation auftreten können, und es wird angegeben, wie diese Probleme sich vermeiden oder lösen lassen.

Kapitel 7 ist dem Ermitteln der Patienten und der bei der Nachuntersuchung erfolgten Prozedur gewidmet. Die zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verstorbenen Patienten und die nicht nachuntersuchten Patienten werden gesondert besprochen.

In Kapitel 8 wird eine Analyse des Patientenbestandes durchgeführt. 70% der Patienten waren zum Zeitpunkt des Unfalls zwischen 16 und 35 Jahre alt. 86,5% der Patienten war bei einem Verkehrsunfall verletzt worden. Dieser hohe Prozentsatz erklärt sich aus der Tatsache, dass Mehrfragment- und Etagenbrüchen meistens als Folge grosser Krafteinwirkungen entstehen, wie dies bei Verkehrsunfällen der Fall ist. Bei insgesamt 22,6% der Frakturen handelte es sich um offene Brüche. Für alle Patienten wurde der sog. "Injury Severity Score" berechnet. Der durchschnittliche I.S.S. lag bei 27,7. Von den Patienten hatte 73% zusätzliche Verletzungen. Diese Verletzungen wurden gegliedert in solche allgemeiner Art und in spezifische homolaterale Verletzungen. 41,5% der Patienten wies ein zusätzliches Schädel-Gehirntrauma auf. 11,2% hatte eine heterolaterale Femurfraktur und 23,7% eine homolaterale Unterschenkelfraktur.

Die Kapitel 9 und 10 geben die Ergebnisse wieder, die bei Verriegelungsnagelosteosynthesen erzielt wurden. Diese Angaben wurden mit den Ergebnissen anderer Techniken verglichen. In der Verriegelungsnagelgruppe waren es in 5,4% der Fälle technische Probleme während der Operation, die die Reposition oder die Stabilität beeinflussten. In der Nicht-Verriegelungsnagelgruppe lag dieser Prozentsatz bei 26,5%.

Es gibt eine Anzahl von Grenzindikationen für die Anwendung eines Verriegelungsnagels. Die angewandten Techniken werden jeweils angegeben und mit einem Kommentar versehen. Besonders die Kombination von Schenkelhals- und Femurschaftfraktur kann mit einer Verriegelungsnagelosteosynthese effektiv behandelt werden.

Der Zeitpunkt, zu dem das Bein partiell bzw. vollständig belastet werden konnte, lag bei einer Verriegelungsnagelosteosynthese durchschnittlich 37 bzw. 118 Tage früher, als bei mit anderer Techniken behandelten Frakturen. Hieraus kann man folgern, dass die Frakturen mit einer Verriegelungsnagelosteosynthese durchschnittlich 4 Monate eher geheilt waren, als bei den anderen Frakturen.

In Bezug auf postoperative Komplikationen gibt es ganz deutliche Unterschiede zugunsten des Verriegelungsnagels, und zwar was den Prozentsatz an Osteitis und verzögerte Knochenheilung betrifft. In der Gruppe Verriegelungsnagelosteosynthesen kommen diese Komplikationen bedeutend weniger vor. Dieser Unterschied beruht darauf, dass der Verriegelungsnagel mehr Stabilität bei einem geringeren Operationstrauma bietet. Der Prozentsatz von Frakturen mit einer verzögerten Knochenheilung liegt mit 7,7% im Vergleich zu in der Literatur veröffentlichten Angaben von Plattenosteosynthesen für gleichartige Frakturen niedrig.

Kapitel 11 ist den funktionellen und anatomischen Ergebnissen gewidmet. Die funktionellen Ergebnisse sind bei den Patienten mit Verriegelungsnagel besser als bei den anderen Patienten. Die anatomischen Ergebnisse unterscheiden sich bei beiden Gruppen nicht auffallend von den Angaben aus anderen Studien. Bei den Verriegelungsnagelosteosynthesen wurden in 20% der Fälle leichte Varusabweichungen

chungen festgestellt. Dies ist typisch für den Verriegelungsnagel, namentlich bei proximalen Frakturen, wenn der Nagel im proximalen Hauptfragment keine Einklemmung hat.

Auffallend ist, dass Rotationsabweichungen, die bei anderen intramedullären Osteosynthesetechniken des öfteren festgestellt wurden, beim Verriegelungsnagel nicht auftreten.

Einige soziale und wirtschaftliche Aspekte kommen in Kapitel 12 an die Reihe. Es fällt auf, dass die Patienten mit einer Verriegelungsnagelosteosynthese durchschnittlich 11 Monate eher wieder zur Arbeit erschienen, als dies bei den anderen Patienten der Fall war. Dieser Unterschied wird möglicherweise auch durch die andere Arbeitsmoral der Deutschen und durch das strenge westdeutsche Berufsunfähigkeitskontrollsystem beeinflusst. 16% der Nicht-Verriegelungsnagelgruppe war infolge von Komplikationen bei der Frakturbehandlung vollständig erwerbsunfähig. Dagegen war keiner der Verriegelungsnagelpatienten infolge der Fraktur bleibend erwerbsunfähig.

Wenn man davon ausgeht, dass sich der wirkliche Wert einer bestimmten Osteosynthesetechnik für die Behandlung von Femurschaftfrakturen an den bei der Behandlung von schwierigen, d.h. Mehrfragment- und Etagenfrakturen erzielten Ergebnissen zeigt, so kann die Schlussfolgerung aus den Ergebnissen dieser Dissertation nur lauten, dass der Verriegelungsnagel für die Behandlung aller Femurschaftfrakturen ausgezeichnet geeignet ist. Mit dem Verriegelungsnagel verfügt man über eine universelle Technik, mit der alle Femurschaftfrakturen behandelt werden können, und mit der auch bei schwierigen Frakturformen gute Ergebnisse erzielt werden, besonders wenn man bedenkt, vor welchen Problemen der Chirurg in der Vergangenheit bei diesen Frakturen stand.