

**Reconstructie van de tibiaschacht  
door een  
centrale spongiosaplastiek**

ISBN 90-9003861-2

© 1990 W.J. RIJNBERG-ROTTERDAM

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprerecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Drukkerij Groen bv, Leiden

Het in dit proefschrift beschreven onderzoek werd verricht op de afdelingen orthopaedie en radiodiagnostiek van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam - Dijkzigt.

Financiële steun werd verleend door de Stichting Orthopaedie Rotterdam.

# **Reconstructie van de tibia-schacht door een centrale spongiosoplastiek**

**Reconstruction of the tibial shaft by central cancellous grafting**

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor  
aan de Erasmus Universiteit Rotterdam  
op gezag van de Rector Magnificus  
Prof. dr. C.J. Rijnvos  
en volgens besluit van het College van Dekanen

De openbare verdediging zal plaatsvinden op  
woensdag 28 november 1990 om 15.45 uur

door

**Willard Jan Rijnberg**

geboren te Hilversum

## Promotiecommissie

Promotoren: Prof.dr. B. van Linge  
Prof.dr.ir. C.J. Snijders

Overige leden: Prof.dr. H.E. Schütte  
Prof.dr. F.F.H. Rutten

*Aan mijn ouders  
Voor Beatrijs*

*“Decision-making is something which concerns all of us,  
both as makers of the choice and as sufferers from the consequences”*

D.V. Lindley, 1975

# Inhoudsopgave

|     |                                                                                                                                                                                |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | <i>Inleiding en vraagstellingen</i>                                                                                                                                            | 11 |
| 2   | <i>De posttraumatische pseudarthrose van de tibiaschacht; incidentie, pathogenese en behandeling</i>                                                                           | 15 |
| 2.1 | Inleiding                                                                                                                                                                      | 15 |
| 2.2 | Incidentie                                                                                                                                                                     | 16 |
| 2.3 | Diagnose                                                                                                                                                                       | 18 |
| 2.4 | Pathogenese                                                                                                                                                                    | 19 |
|     | 2.4.1 Algemene factoren                                                                                                                                                        | 19 |
|     | 2.4.2 Factoren bepaald door het trauma                                                                                                                                         | 19 |
|     | 2.4.3 Factoren bepaald door de behandeling                                                                                                                                     | 20 |
| 2.5 | Indeling                                                                                                                                                                       | 22 |
| 2.6 | Behandeling                                                                                                                                                                    | 22 |
|     | 2.6.1 Electrostimulatie                                                                                                                                                        | 23 |
|     | 2.6.2 Wel of geen resectie van de pseudarthrose?                                                                                                                               | 23 |
|     | 2.6.3 Fibula-osteotomie                                                                                                                                                        | 24 |
|     | 2.6.4 Interne fixatie                                                                                                                                                          | 24 |
|     | 2.6.5 Externe fixatie                                                                                                                                                          | 25 |
|     | 2.6.6 Bottransplantaten                                                                                                                                                        | 26 |
| 3   | <i>De operatieve behandeling van de infect/defect-pseudarthrose van de tibiaschacht met een centrale spongiosaplastiek</i>                                                     | 29 |
| 3.1 | Inleiding                                                                                                                                                                      | 29 |
| 3.2 | Verwijderen van osteosynthesemateriaal en van necrotisch en minder vitaal weefsel                                                                                              | 29 |
| 3.3 | Reconstructie van de tibiaschacht via een laterale benadering door creëren van een botbrug tussen tibia en fibula met gebruik van vers autoloog spongieus bot uit de bekkenkam | 30 |
| 3.4 | Operatietechniek van de centrale spongiosaplastiek                                                                                                                             | 32 |
| 3.5 | Postoperatief beleid                                                                                                                                                           | 35 |
| 3.6 | Achtergrond van de behandeling                                                                                                                                                 | 36 |

|       |                                                                                                                                               |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4     | <i>Patiënten en methoden</i>                                                                                                                  | 39  |
| 4.1   | Patiëntselectie en indeling                                                                                                                   | 39  |
| 4.1.1 | Traumagroep                                                                                                                                   | 40  |
| 4.1.2 | Overige patiënten                                                                                                                             | 40  |
| 4.2   | Methoden van onderzoek                                                                                                                        | 41  |
| 4.2.1 | Anamnese                                                                                                                                      | 41  |
| 4.2.2 | Fysisch-diagnostisch onderzoek                                                                                                                | 43  |
| 4.2.3 | Röntgenonderzoek                                                                                                                              | 44  |
| 4.2.4 | Statistische methoden                                                                                                                         | 47  |
| 5     | <i>Resultaten van onderzoek</i>                                                                                                               | 49  |
| 5.1   | Respons                                                                                                                                       | 49  |
| 5.2   | Patiëntkarakteristieken                                                                                                                       | 50  |
| 5.3   | De centrale spongiosaplastiek; resultaten en complicaties                                                                                     | 57  |
| 5.4   | Resultaten tijdens het na-onderzoek                                                                                                           | 63  |
| 5.4.1 | Anamnese                                                                                                                                      | 63  |
| 5.4.2 | Fysisch-diagnostisch onderzoek                                                                                                                | 65  |
| 5.5   | Karnofsky-score                                                                                                                               | 69  |
| 5.6   | Sociale en psychische implicaties                                                                                                             | 71  |
| 5.7   | Casuïstiek                                                                                                                                    | 74  |
| 6     | <i>Overige patiënten</i>                                                                                                                      | 97  |
| 6.1   | Congenitale pseudarthrose van de tibia                                                                                                        | 97  |
| 6.2   | Grote botdefecten na tumorresectie                                                                                                            | 103 |
| 6.3   | Osteomyelitis                                                                                                                                 | 108 |
| 7     | <i>Literatuuroverzicht van de kinematica van het talocrurale gewricht, van de mobiliteit van de fibula en van de tibiofibulaire synostose</i> | 111 |
| 7.1   | Kinematica talocrurale gewricht                                                                                                               | 111 |
| 7.2   | Mobiliteit van de fibula                                                                                                                      | 112 |
| 7.3   | Tibiofibulaire synostose                                                                                                                      | 113 |



|     |                                                                 |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 8   | <i>Enkelonderzoek</i>                                           | 115 |
| 8.1 | Inleiding                                                       | 115 |
| 8.2 | Samenstelling 'enkelgroep'                                      | 116 |
| 8.3 | Afhankelijke variabelen                                         | 117 |
|     | 8.3.1 Klachten                                                  | 117 |
|     | 8.3.2 Functie                                                   | 117 |
|     | 8.3.3 Arthrose                                                  | 119 |
| 8.4 | Onafhankelijke variabelen                                       | 120 |
|     | 8.4.1 Initiële trauma                                           | 120 |
|     | 8.4.2 Standafwijkingen                                          | 120 |
|     | 8.4.3 Mobiliteit subtalair gewricht                             | 121 |
|     | 8.4.4 Afstand synostose – talocrurale gewrichtsspleet           | 121 |
|     | 8.4.5 Ziekte duur                                               | 121 |
|     | 8.4.6 Synostoseduur                                             | 122 |
| 8.5 | De verschillende relaties                                       | 123 |
| 8.6 | Interpretatie                                                   | 124 |
|     | 8.6.1 Gevolgen van de ziekte voor het enkelgewricht             | 124 |
|     | 8.6.2 Univariante correlaties                                   | 124 |
|     | 8.6.3 Multivariate correlaties                                  | 125 |
| 9   | <i>Discussie en aanbevelingen</i>                               | 127 |
|     | Samenvatting en conclusies                                      | 133 |
|     | Summary and conclusions                                         | 137 |
|     | Bijlage 1 Topografische anatomie van het onderbeen              | 141 |
|     | Bijlage 2 Onderzoekslijst                                       | 143 |
|     | Bijlage 3 De complicatie-indeling van fracturen volgens Gustilo | 152 |
|     | Bijlage 4 Kruistabellen                                         | 153 |
|     | Bijlage 5 Lineaire regressieanalyse                             | 158 |
|     | Geraadpleegde literatuur                                        | 159 |
|     | Nawoord                                                         | 167 |
|     | Curriculum vitae                                                | 168 |

## Gebruikte afkortingen

|             |                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A           | arteria                                                                                             |
| AMA         | American Medical Association. Guides to the evaluation of permanent impairment. Third edition, 1988 |
| AO          | Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen                                                         |
| AZR         | Academisch Ziekenhuis Rotterdam                                                                     |
| CSP         | centrale spongiosoplastiek                                                                          |
| CT          | computertomogram                                                                                    |
| CvB         | Commissie voor Beentumoren                                                                          |
| DF          | dorsale flexie                                                                                      |
| EUR         | Erasmus Universiteit Rotterdam                                                                      |
| GAK         | Gemeenschappelijk Administratiekantoor                                                              |
| INR         | International Normalized Ratio                                                                      |
| K-draad     | Kirchnerdraad                                                                                       |
| M           | musculus                                                                                            |
| N           | nervus                                                                                              |
| NSC         | near skin cast                                                                                      |
| PA          | Pathologische Anatomie                                                                              |
| PF          | plantaire flexie                                                                                    |
| PTB         | patellar-tendon bearing                                                                             |
| SD          | standaard deviatie                                                                                  |
| SIG         | Stichting Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg                                                 |
| SKZ         | Sophia Kinderziekenhuis                                                                             |
| SSG         | split-skin graft                                                                                    |
| TC-gewricht | talocruraal gewricht                                                                                |
| V           | vena                                                                                                |
| WHO         | World Health Organization                                                                           |

# Inleiding en vraagstellingen

Het moet een patiënt onwaarschijnlijk vóórkomen dat, in een tijd waarin medisch-technisch gezien vrijwel alles mogelijk lijkt en waarin vitale organen als hart en lever succesvol worden getransplanteerd, de behandeling van de onderbeenfractuur (tibia- en crurisfractuur) de arts voor grote problemen kan plaatsen. De enorme ervaring, opgedaan door oorlogen en verkeer heeft daarin geen verandering kunnen brengen.

Een fractuur ontstaat door van buiten af inwerkend geweld en de hoeveelheid energie die daarbij wordt geabsorbeerd is bepalend voor zowel fractuur als weke-delenletsel. Door de subcutane ligging van de tibia is de incidentie van gecompliceerde fracturen hoog en volstaan met het beschrijven van alléén de fractuur doet onrecht aan dit weke-delenletsel.

De belangrijkste complicaties die de patiënt met een onderbeenfractuur bedreigen zijn infectie, pseudarthrosevorming of een combinatie van beide. Met name de combinatie, de geïnfecteerde pseudarthrose – waarbij vaak een botdefect is ontstaan – vormt een crux binnen de orthopaedische chirurgie. De behandeling van de infect/defect-pseudarthrose van het onderbeen met een centrale spongiosoplastiek (CSP) vormt het hoofdonderwerp van dit proefschrift. Doelstelling van deze behandeling is het creëren van een bruikbaar onderbeen met een solide geconsolideerde tibia.

Wat is de omvang van het probleem in Nederland? In 1988 vonden 4328 ziekenhuisopnemingen plaats met als hoofd- of nevendiagnose een onderbeenfractuur (exclusief proximale tibia- en enkelfracturen). Van deze 4328 ging het bij 3667 om de belangrijkste reden voor opname; bij de 661 nevendiaagnosen ging het om een minder belangrijke diagnose of om een fractuur in het andere onderbeen (bilaterale onderbeenfractuur). In alle gevallen gaat het niet om patiënten maar om opnemingen; een patiënt die verschillende malen wordt opgenomen wordt even zoveel malen geteld als opnemingen hebben plaatsgevonden. Ruim 17% van deze fracturen was gecompliceerd. Het gemiddelde aantal ziekenhuisverpleegdagen bedroeg 17 voor de niet-gecompliceerde en 27 voor de gecompliceerde fracturen (bron<sup>1</sup>: SIG/Informatiecentrum voor de Gezondheidszorg, Utrecht).

Van de gecompliceerde fracturen werd in de periode 1982 t/m 1985 in Nederland 74% operatief behandeld (met een vorm van osteosynthese waaronder 36%

<sup>1</sup> De cijfers hebben betrekking op klinisch behandelde patiënten. De SIG registreerde in 1988 de cijfers van 99,3% van het totaal aantal ziekenhuisopnemingen in Nederland.

plaatosteosynthese) en 26% conservatief. Bij 12,5% van deze gecompliceerde fracturen ontwikkelde zich een pseudarthrose. Van de niet-gecompliceerde fracturen werd 51% operatief en 49% conservatief behandeld. Het percentage pseudarthrosevorming was 5,5 bij de comminutieve en 3,4 bij de overige niet-gecompliceerde fracturen.

Van het totaal aantal onderbeenfracturen was het resultaat van de primaire behandeling in 14,6% van de gevallen onbevredigend, in 4,8% als gevolg van pseudarthrosevorming. Vermeldenswaard is dat 59% van de patiënten jonger was dan dertig jaar en dat sport de oorzaak was bij 47% van de fracturen (bron<sup>1</sup>: Fracturenstatistiek van het GAK).

In de periode 1969-1989 werd, tot 1971 in de Annakliniek te Leiden en vanaf 1973 op de orthopaedische afdeling van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam (AZR), ruime ervaring verkregen met de behandeling van de posttraumatische pseudarthrose van het onderbeen met een centrale spongiosaplastiek (CSP).

Kenmerk van de CSP is dat via een laterale toegangsweg autoloog spongieus bot uit de bekkenkam naar het onderbeen wordt getransplanteerd teneinde zowel proximaal, ter hoogte van, als distaal van de pseudarthrose een botbrug (tibiofibulaire synostose) te creëren en daarmee de benige continuïteit te herstellen. De gedachte van een synostoseoperatie is niet nieuw (hoofdstuk 2) maar de laterale benadering wordt, voorzover bekend, niet elders toegepast. De operatietechniek wordt in hoofdstuk 3 beschreven.

De 47 patiënten die in dit proefschrift centraal staan hadden allen een posttraumatische pseudarthrose van het onderbeen ('traumagroep' genoemd) en werden steeds met een CSP behandeld. Het betrof een sterk negatief geselecteerde populatie van patiënten met een uitgebreide operatieve voorgeschiedenis bij wie de CSP als laatste redmiddel moest worden beschouwd.

Langdurige invaliditeit door een pseudarthrose van het onderbeen behelst méér dan alleen een medisch-technisch probleem, want gezondheid kan worden gedefinieerd als een toestand van zowel lichamelijk, sociaal als psychisch welbevinden (WHO-definitie). Daarom werd ook nagegaan hoe groot de invloed van dit letsel is geweest op het fysiek functioneren, op de sociale omstandigheden en op het psychisch welbevinden van de patiënt. Tevens werd onderzocht hoe groot het effect van consolidatie was op deze drie factoren.

Met het toenemen van ervaring met de CSP werd het indicatiegebied uitgebreid. Negen patiënten met een moeilijk behandelbaar defect in de tibiaschacht door andere aandoeningen ('overige patiënten' genoemd), werden op identieke wijze met een CSP behandeld. Beide onderzoeken, die worden besproken in hoofdstuk 5 en 6, zijn retrospectief en observationeel. Dit is onvermijdelijk aangezien de primaire behandeling van 44 patiënten uit de 'traumagroep' elders plaatsvond en we veronderstellen dat zonder CSP de pseudarthrose voor de meesten van blijvende aard zou zijn geweest.

<sup>1</sup> Deze in augustus 1990 nog niet gepubliceerde gegevens hebben betrekking op ongeveer tweederde van het aantal in het bedrijfsleven in loondienst werkenden en op de periode 1982 t/m 1985. In vergelijking met de periode 1978 t/m 1981 is het percentage pseudarthrosen gestegen.

Alle patiënten werden echter op identieke wijze met een CSP behandeld en het onderzoek kan – vanaf de CSP – als prospectief (maar niet gerandomiseerd) worden beschouwd.

Uit de literatuur is bekend dat tijdens bewegen van het enkelgewricht (talocruraal), in een normaal onderbeen, geringe onderlinge bewegingen optreden tussen tibia en fibula (Close 1956; Weinert e.a. 1974). Men mag aannemen dat bij een synostose tussen tibia en fibula deze onderlinge bewegingsmogelijkheid, althans voor een deel, verloren gaat en aangezien bot een zekere elasticiteit bezit (Frankel e.a. 1984), kan men verwachten dat de afstand tussen synostose en enkelgewricht daarbij van invloed is. Daarom werd een gericht enkelonderzoek uitgevoerd bij de patiënten uit beide genoemde onderzoeksgroepen.

Het onderzoek, waarvan de methode in hoofdstuk 4 wordt beschreven, bestaat dus uit twee delen: een onderzoek naar de resultaten van de CSP (hoofdstuk 5 en 6) en een onderzoek naar het effect van een tibiofibulaire synostose op het enkelgewricht (hoofdstuk 8).

De volgende vragen werden gesteld:

1. a) Hoe zijn de resultaten van de CSP als behandelingsmethode van een langbestaande infect/defect-pseudarthrose van de tibiaschacht en hoe zijn deze bij de overige indicaties?
  - b) Wat was de invloed van een pseudarthrose van de tibiaschacht op het fysieke functioneren van de patiënt en wat was het effect van consolidatie hierop?
  - c) Welke sociale en psychische gevolgen had de pseudarthrose voor de patiënt en wat was de invloed van consolidatie hierop?
2. Welke waren de eventuele gevolgen van een tibiofibulaire synostose voor het enkelgewricht?

Vraag 1 heeft betrekking op de ‘traumagroep’. Het karakter van de aandoeningen van de patiënten uit de groep ‘overigen’ verschilt dusdanig van dat van de posttraumatische pseudarthrose, dat het onderzoek zich hier niet in het protocol van de traumagroep liet vatten. De resultaten bij deze groep zijn daarom als casuïstiek beschreven in hoofdstuk 6.

Vraag 2 heeft betrekking op alle patiënten met een tibiofibulaire synostose die voor het enkelonderzoek in aanmerking kwamen, dus deels traumapatiënten, deels overigen.

Beide delen van het onderzoek worden voorafgegaan door een beknopt overzicht van de literatuur.



# De posttraumatische pseudarthrose van de tibiaschacht; incidentie, pathogenese en behandeling

## 2.1 Inleiding

In dit overzicht van de literatuur ligt het accent op de incidentie en pathogenese van de posttraumatische pseudarthrose van de tibiaschacht en op de behandelingsmogelijkheden. De literatuur, zeker die met betrekking tot het 'basislijden', de fractuur van de tibiaschacht, is zo omvangrijk dat een overzicht niet volledig kan zijn. Enkele veelgebruikte begrippen die op deze problematiek betrekking hebben, worden eerst nader toegelicht:

Een scherpe grens tussen de begrippen normale fractuurgenezing, vertraagde consolidatie en pseudarthrose valt niet te trekken. Er bestaat een geleidelijke overgang van het ene begrip naar het andere en de aangelegde grenzen berusten op empirische en statistische gronden. Toch is onderscheid van belang, zowel om behandelingsvormen onderling te kunnen vergelijken, als ook om te bepalen op welk moment een individueel behandelplan moet worden herzien. Wanneer de fractuurgenezing onvoldoende voortgang heeft komt er een moment dat een expectatief beleid moet worden veranderd in een (actieve) pseudarthrose-behandeling (bijvoorbeeld bottransplantaat). Stagnatie van het genezingsproces dient tijdig te worden onderkend om de ziekteduur – ook om sociale redenen – niet onnodig lang te maken.

Het begrip *vertraagde consolidatie* ('delayed-union') houdt in dat de gemiddelde genezingsduur van een bepaald type fractuur wordt overschreden terwijl er (nog) wèl een genezingsproces gaande is.

Bij een *pseudarthrose* ('non-union') is een stationaire situatie bereikt; de fractuur toont bij periodiek röntgenonderzoek geen tekenen van consolidatie. De ervaring leert dat spontane genezing dan uiterst onwaarschijnlijk is geworden. Op grond van het röntgenbeeld kan men onderscheid maken tussen de atrofische en hypertrofische pseudarthrose. De echte 'nearthrose', met een synoviale bekleding en met kraakbeen tussen de fractuureinden, is zeldzaam.

De grens tussen normale en vertraagde consolidatie is niet alleen vaag maar verschilt bovendien per bot en daarbinnen per localisatie, en is sterk afhankelijk van de aard van het trauma. Een precieze omschrijving van diagnostische criteria is dus een vereiste. In dit overzicht betreft het steeds de tibiaschacht.

3,1 voor gecompliceerde. Bone en Johnson (1986) vonden 4% pseudarthrosen bij 76 fracturen (1/3 gecompliceerd) die met een mergpen werden behandeld. Behrens en Searls (1986) onderzochten prospectief 75 fracturen (72% gecompliceerd) van de tibiaschacht die werden gestabiliseerd met een fixateur externe. Het percentage pseudarthrosen bij deze complexe tibialetsels was 8. McGraw en Lim (1988) behandelden 16 gecompliceerde fracturen met externe fixatie gevolgd door een secundaire intramedullaire fixatie. Het percentage pseudarthrosen was 31 en de techniek werd verlaten.

Van der Linden en Larsson (1979) verrichtten een prospectief gerandomiseerd onderzoek bij 100 tibiafracturen waarin zij de de AO-plaatosteosynthese afzetten tegen de conservatieve behandeling (zonder vroege belasting). Zij zagen 8% 'non-union' in de geopereerde en 6% in de conservatief behandelde groep.

In 1989 beschreven Leeuwenberg e.a. de ervaringen met AO-plaatosteosynthese in het Academisch Medisch Centrum te Amsterdam. Zij zagen 3% vertraagde consolidatie en 1,5% pseudarthrosevorming bij 203, waarvan 31% gecompliceerde, tibiaschachtfracturen.

Rosenthal e.a. (1977) kwamen op een pseudarthrose-incidentie van 27% bij 104 gecompliceerde onderbeenfracturen die op verschillende wijze werden behandeld. Jensen e.a. (1977) behandelden 207 fracturen van de tibiaschacht op verschillende wijze (maar niet 'at random'). Het percentage pseudarthrosen varieerde van 6-21% bij conservatieve behandeling en van 8-24% bij conventionele plaatosteosynthese (Lane en Eggers). Bij het gebruik van plaatosteosynthese volgens de AO-methode werd door Jensen geen 'non-union' gezien, maar het aantal andere complicaties was hoog.

Benadrukt wordt dat in dit overzicht alleen is gekeken naar de incidentie van pseudarthrose en dat eventuele andere complicaties buiten beschouwing bleven. Conclusies over de 'beste behandelingsmethode' mogen hier uiteraard niet uit worden getrokken.

## 2.3 Diagnose

Wanneer een jaar na het trauma beweeglijkheid bestaat tussen de botfragmenten is de diagnose pseudarthrose evident. Bij een zeer straffe pseudarthrose daarentegen of in geval van een localisatie dicht bij een gewricht, is het beeld soms minder duidelijk. De klinische verschijnselen tonen overeenkomst met die van ontsteking: soms locale roodheid en zwelling, meestal warmte en pijn ter hoogte van de oude fractuur en een verminderde functie van de betreffende extremiteit. Deze verschijnselen worden veelal geprovoceerd door belasting. Röntgenonderzoek bestaande uit overzichtsonopnamen in minstens drie richtingen en gecentreerd op de fractuurspleet maken de diagnose vrijwel altijd mogelijk. Bij twijfel kan een planigram aanvullende informatie opleveren. Scintigrafisch onderzoek is zelden geïndiceerd (Rehn en Lies 1981) en de waarde hiervan lijkt gering te zijn.



## 2.4 Pathogenese

Het is eigenlijk heel bijzonder dat een botbreuk als regel geneest door de vorming van nieuw bot en niet door formatie van fibreus littekenweefsel. Bij de genezing van een wond in bijvoorbeeld de huid of in een parenchymateus orgaan wordt de vorming van littekenweefsel immers als heel normaal beschouwd.

Eén oorzakelijke factor voor het ontstaan van de pseudarthrose is niet aan te wijzen. Wel kan een aantal omstandigheden worden genoemd dat hiermee verband houdt. Deze zijn in te delen in drie groepen:

- algemene factoren;
- factoren bepaald door het trauma;
- factoren bepaald door de behandeling.

### 2.4.1 Algemene factoren

Het (absolute) aantal pseudarthrosen van de tibia is over het algemeen aanzienlijk hoger bij de man. Dit verschil in sexe valt te verklaren door de hogere fractuurincidentie (motorrijders!). Een causaal verband tussen het ontstaan van een pseudarthrose en geslachtsgebonden (hormonale) kenmerken is onwaarschijnlijk. Een links-rechts verschil is er niet (Heppenstall e.a. 1984).

In de periode dat het skelet nog niet volgroeid is genezen fracturen van het onderbeen sneller en als regel zonder problemen (Ellis 1958a; Nicoll 1964; Hoaglund en States 1967). Een uitzondering vormt de congenitale pseudarthrose (zie hoofdstuk 6). De snelle consolidatie bij het kind wordt voornamelijk toegeschreven aan het periost dat vele lagen actieve osteoblasten bevat. Ná de groei heeft de leeftijd geen invloed meer.

Algemene factoren als malnutritie, hypovitaminose, metabole en hormonale stoornissen hebben in het dierexperimentele model in extreme situaties wel invloed op de fractuurgenezing, maar zijn in de klinische setting nauwelijks van belang (Heiple en Herndon 1965).

### 2.4.2 Factoren bepaald door het trauma

Twee factoren zijn in dit verband essentieel: de ernst van het initiële trauma en de aanwezigheid van infectie (zie schema 2.1).

De ernst van het trauma uit zich ondermeer in dislocatie, comminutie, botdefect en weke-delenletsel. Het ontstaan van infectie is met de ernst van het weke-delenletsel nauw verbonden maar is daarnaast afhankelijk van de behandeling. De aanwezigheid van deze factoren verhoogt de kans op het ontstaan van een pseudarthrose in hoge mate (Ellis 1958a; Boyd 1961; Nicoll 1964; Sakellarides e.a. 1964; Heppenstall e.a. 1984; Oni e.a. 1988). Nicoll (1964) beschouwde infectie als de meest nadelige factor bij het ontstaan van pseudarthrose. Hij berekende de invloed van verschillende factoren afzonderlijk en zag – door infectie alleen – het percentage pseudarthrose van 9 naar 60 stijgen.

Fracturen in het distale 1/3 deel van de tibiaschacht staan gezien de vascularisatie meestal in een kwaad daglicht wat consolidatie betreft. Vermoedelijk is dat niet helemaal terecht. Albert (1944) vond geen overtuigende invloed van de locali-

satie op de fractuurgenezing. Wel zag hij meer vertraagde consolidatie bij gecompliceerde fracturen op de overgang middelste-distale 1/3 deel waarvoor hij geen verklaring had. Andere auteurs met grote series zagen in het geheel geen invloed van de localisatie (Nicoll 1964; Hoaglund en States 1967). Sarmiento e.a. (1989) zagen juist dat de consolidatieduur bij fracturen in het proximale 1/3 deel een fractie langer was. De belangrijkste oorzaak waarom we meer pseudarthrosen zien in het distale 1/3 deel is vermoedelijk gelegen in het feit dat er daar meer fracturen voorkomen en niet in een causaal verband.

De vorm van enkelvoudige fracturen heeft geen belangrijke invloed op de genezing (Nicoll 1964; Hoaglund en States 1967). Sarmiento e.a. (1989) constateerden dat spiraalvormige en segmentale fracturen gemiddeld twee weken langer nodig hadden om te consolideren dan dwarse en schuine. Van Leeuwen (1989) daarentegen zag juist de snelste consolidatie bij spiraalfracturen.

Een intacte fibula wordt wel genoemd als mogelijke belemmering voor genezing van de tibia (Heppenstall e.a. 1984) maar vele auteurs ontkennen deze invloed (o.a. Nicoll 1964; Oni e.a. 1988). Rosenthal e.a. (1977) vonden in een serie van gecompliceerde fracturen de prognose bij intacte fibula juist gunstiger. Ook anderen rapporteerden dat tibiafracturen met intacte fibula juist veel sneller consolideerden (Hoaglund en States 1977; Sarmiento e.a. 1989). Enige 'bias' treedt hier ongetwijfeld weer op want het lijkt logisch te veronderstellen dat traumata waarbij de fibula intact blijft, minder ernstig zijn geweest. Een intacte fibula draagt, met de membrana interossea, bij aan de stabiliteit van de tibiafractuur. Men kan zich echter voorstellen dat bij een defect in de tibia, een intacte fibula een belemmering vormt voor adequaat botcontact, maar wanneer dit contact voldoende is kan men zich geen betere interne spalk wensen. Een indicatie om snel tot een osteotomie van de fibula over te gaan lijkt er niet te zijn en Connolly (1985) waarschuwt hiertegen. Wanneer men echter besluit tot een osteotomie, verdient het aanbeveling deze op een ander niveau dan de tibiafractuur te verrichten (Connolly 1985).

### **2.4.3 Factoren bepaald door de behandeling**

De beste behandelingsmethode van tibiaschachtfracturen is, ondanks de immense ervaring, nog altijd uiterst controversieel (Karlström en Olerud 1974). Het spectrum loopt van 'oerconservatief' via 'conservatief tenzij' naar 'altijd operatief'. Het is een onderwerp apart dat buiten dit bestek valt en gepoogd is om uit de literatuur die factoren te destilleren die bij kunnen dragen tot het ontstaan van een pseudarthrose.

De rode draad die door de gehele operatieve orthopaedie loopt is het voorkómen van infectie. Dat geldt voor de fractuurbehandeling in zijn algemeenheid maar voor behandeling van de tibiafractuur in het bijzonder. Terwijl infectie bij fracturen van de bovenste extremiteit nogal eens 'mee valt' is een diepe infectie van de tibia een catastrofe. Het initiële letsel is een gegeven waaraan men niets meer kan veranderen, maar de behandeling moet erop gericht zijn de kans op infectie zo klein mogelijk te houden.

Albert (1944) associeerde vertraagde consolidatie met langdurige (dis)tractie. Tractie korter dan 36 uur die alleen diende voor repositie was niet ongunstig. Ook anderen noemen distractie als een van de oorzaken voor een pseudarthrose (Boyd 1961; Heppenstall e.a. 1984). Nicoll (1964) concludeerde dat tractie zonder distractie niet noodzakelijk ongunstig is. Fracturen die werden behandeld met langdurige tractie hadden wel langer nodig om te consolideren maar dat verschil kon volledig worden verklaard doordat juist de 'high risk' fracturen met tractie werden behandeld. Om distractie mogelijk te maken moet bovendien belangrijke schade aan de weke-delen (membrana interossea) zijn aangericht.

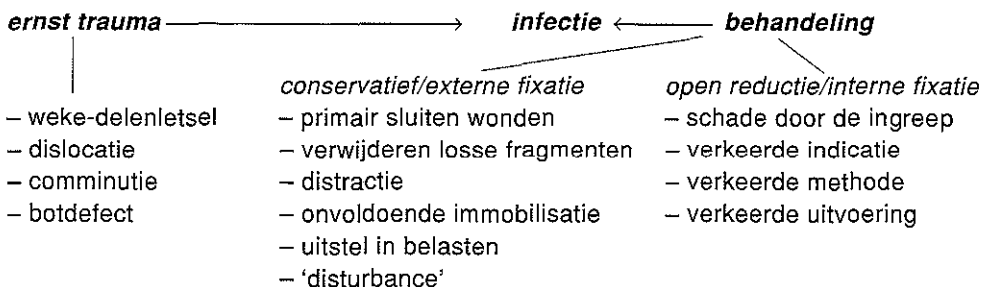
Voor operatieve fixatie geldt mutatis mutandis hetzelfde: een ruimte tussen de fractuureinden dient vermeden te worden (Connolly 1985). Urist (1954) beschreef dat een botdefect van 0,5 cm de consolidatieduur verlengde met 12 tot 18 maanden. Ook onvoldoende botcontact (<50%) zonder distractie zou leiden tot een langere consolidatieduur (Hoaglund en States 1967). Opmerkelijk is echter dat Boevé (1956) zich veel moeite moest getroosten om een pseudarthrose te creëren in een dierexperimenteel model: hij reseceerde 2 cm uit de radius van volwassen schapen en bedekte de fractuureinden met spierweefsel als interponaat. De extremitet werd niet geïmmobiliseerd. Tot zijn verbazing waren alle fracturen na 7 weken klinisch en röntgenologisch geconsolideerd. Hieruit blijkt te meer dat men uiterst voorzichtig moet zijn met extrapolatie van resultaten van dierexperimenteel onderzoek naar de mens.

Freeland en Mutz (1976) beschouwden uitstel van fractuurbelasting als een oorzaak voor vertraagde consolidatie. Heppenstall (1984) zag deze factor zelfs als een van de meest belangrijke in zijn retrospectieve studie van 185 pseudarthrosen van de tibia. Belasting was bij 92% uitgesteld tot meer dan 6 weken na het ongeval. Ongetwijfeld speelt selectie hier weer een rol want het zullen niet de eenvoudige ongecompliceerde fracturen zijn geweest waarbij men de belasting zo lang uitstelde. Sarmiento e.a. (1977) vergeleken in het dierexperiment de invloed van fysiologische belasting met die van rust, op de genezing van een fractuur. Niet alleen was de snelheid van genezing hoger, maar ook was het bot duidelijk sterker in de belaste groep.

Albert (1944) en Dehne e.a. (1961) noemden voorts een factor die zich het duidelijkst laat uitdrukken met het woord 'disturbance'; het eindeloos manipuleren aan een fractuur teneinde de stand nog net iets beter te krijgen.

De belangrijkste factoren die bij kunnen dragen tot pseudarthrosevorming worden samengevat in schema 2.1.

**Schema 2.1 De belangrijkste oorzaken van de pseudarthrose van de tibiaschacht**



## 2.5 Indeling

Verschillende classificaties van pseudarthrosen zijn beschreven maar de meest gebruikte kent primair twee typen. Het onderscheid berust op verschil in vitaliteit van de fractuureinden en heeft consequenties voor de behandeling (Weber en Cech 1973).

Enerzijds onderscheidt men de *hypertrofische* (hypervasculaire) pseudarthrose die in staat is tot een biologische reactie (osteogenese) die kan leiden tot consolidatie. De meest uitgesproken vorm herkent men op de röntgenfoto als de 'olifantenpoot'. Fixatie van de fractuurstukken – zonder bottransplantaat – zou voldoende zijn om dit type te laten consolideren (Weber en Cech 1973; Müller en Thomas 1979).

Anderzijds onderscheidt men de *atrofische* (avasculaire) pseudarthrose waarbij het vermogen tot osteogenese grotendeels verloren is gegaan. Het klassieke voorbeeld van de laatste is de pseudarthrose met sclerotisch begrensde en taps toelopende uiteinden zonder tekenen van callusformatie, maar ook de defect-pseudarthrose wordt tot het atrofische type gerekend. Fixatie alléén is bij deze vorm onvoldoende en er is een osteogene stimulus noodzakelijk – die meestal uit een autoloog spongiosatransplantaat zal bestaan – om consolidatie te bewerkstelligen.

De aan- of afwezigheid van infectie is zo cruciaal dat deze apart dient te worden vermeld. Chronische osteomyelitis zal zich op de röntgenfoto vrijwel altijd manifesteren in een atrofisch beeld, zeker wanneer inmiddels débridement of sequesterectomie heeft plaatsgevonden.

Uitgangspunt is altijd geweest dat het infect primair moet worden gesaneerd en geruime tijd (3-6 maanden) moet zijn genezen alvorens men tot een transplantaat overgaat (Phemister 1947; Merle D'Aubigné 1949). Volkomen tegengesteld daaraan is de visie van o.a. Weber en Cech (1973) die stellen dat de aandacht primair op stabilisatie van de pseudarthrose moet worden gericht. De onderliggende gedachte is dat een beweeglijke pseudarthrose de infectie onderhoudt. Anderen nemen een tussenpositie in; zij trachten de infectie zo goed mogelijk te bestrijden, maar zien in de aanwezigheid van drainage geen absolute contra-indicatie voor interne fixatie (Lottes 1974; Meyer e.a. 1975; Lidgren en Önerfält 1982; Miller e.a. 1989) of een bottransplantaat (Jones en Barret 1955; Marmor 1964 en 1967; Bezouglis en Eliopoulos 1974; Freeland 1976). De localisatie van de infectie (veelal voorste compartiment) en de toegangsweg (meest postero-lateraal) vormen de belangrijkste argumenten.

## 2.6 Behandeling

De behandeling van de hypertrofische pseudarthrose is relatief eenvoudig. Deze varieert van non- of semi-invasief (electrostimulatie) tot verschillende vormen van interne of externe fixatie, hoewel ook bij deze vorm bottransplantaties worden toegepast.

De behandeling van de atrofische pseudarthrose daarentegen, met name bij een infect, defect, of combinatie van beide, vormt één van de hoofdproblemen binnen

de orthopaedie. Het arsenaal aan methoden is groot hetgeen aangeeft dat geen van alle volledig voldoet.

In het volgende overzicht zijn de belangrijkste naar principe gerangschikt. Het succes kan het best worden afgemeten aan het percentage consolidatie na één operatie in combinatie met de consolidatieduur.

### **2.6.1 Electrostimulatie**

Uit de observatie dat actieve gebieden van botgroei of reparatie een electronegatieve potentiaal bezitten, ontsproot de gedachte om een elektrische stroom aan bot aan te bieden teneinde de fractuurgenezing te bevorderen (Brighton e.a. 1981). Dat elektrische stroom de genezing van niet geconsolideerde fracturen kan bevorderen wordt niet langer betwijfeld (Connolly 1984) en in de zeventiger jaren heeft deze methode klinische toepassing gevonden. In 1979 gaf de Food and Drug Administration haar goedkeuring om drie elektrische systemen op de markt te brengen voor de behandeling van de pseudarthrose:

- 1) een semi-invasief systeem waarbij een aantal dunne elektroden – die als kathode fungeren – in de pseudarthrose worden gebracht, en dat gebruik maakt van een constante gelijkstroom;
- 2) een geïmplanteed systeem dat werkt volgens hetzelfde gelijkstroom principe;
- 3) een niet-invasief systeem waarbij de stroom wordt opgewekt door een electromagnetisch veld.

Geschat wordt dat 30% van alle pseudarthrosen in de Verenigde Staten met één van deze drie vormen van electrostimulatie wordt behandeld (Brighton 1984). Wanneer men de technische beginproblemen even buiten beschouwing laat – iedere nieuwe behandelingsvorm toont nu eenmaal een leercurve – varieert het succes van de electrostimulatie in grote series met evidente, langbestaande pseudarthrosen van de tibiaschacht van 80% (Brighton 1984) tot 87% (Basset e.a. 1981).

Brighton e.a. (1981) kwamen na een grote ‘multicentre-study’ (269 ‘non-unions’ in 13 klinieken) tot de conclusie dat electrostimulatie met een constante gelijkstroom effectief en veilig is bij de behandeling van de pseudarthrose. De aanwezigheid van osteosynthesemateriaal verhindert de genezing bij deze methode niet. Ahl e.a. (1984) uit Zweden waren minder enthousiast en zagen met de semi-invasieve techniek slechts 7 van de 14 tibiae consolideren. In tegenstelling tot Brighton vonden zij dat deze techniek niet met een bottransplantaat kan concurreren. Sharrard (1990) toonde de werkzaamheid van electrostimulatie met een pulserend electromagnetisch veld aan, in een prospectief gerandomiseerd dubbelblind onderzoek.

Bij de defect-pseudarthrose en de synoviale pseudarthrose (nearthrose) werkt electrostimulatie echter niet. Een nadeel van electrostimulatie is tevens dat het been langdurig niet belast mag worden.

### **2.6.2 Wel of geen resectie van de pseudarthrose?**

Wanneer wordt gekozen voor operatieve interventie doet de vraag zich voor wat men moet doen met het pseudarthroseweefsel.

Lange tijd werd geadviseerd om bij een bottransplantaat het intermediaire fibrocartilagineuze weefsel en de pseudarthrose-einden te reseceren en om de mergholte te openen.

In Engeland echter doceerde Elmslie al in de twintiger jaren dat dit onnodig is omdat het fibrocartilagineuze weefsel in staat is tot ossificatie, zoals Burrows (1940) rapporteerde. Burrows stelde zelfs dat resectie niet alleen overbodig maar ook schadelijk is: door resectie verliest de pseudarthrose aan stabiliteit en indien de operatie mislukt ontstaat een 'flail limb'. Uit ervaring weten we bovendien dat pseudarthrosen met een botdefect tot de groep behoren die het moeilijkste te behandelen is. Het is niet logisch juist die situatie bewust te creëren. Ook Phemister (1947) ziet het intact laten van de fibreuze intermediaire callus als essentieel, evenals latere auteurs (Forbes 1961; Müller en Thomas; Rosen 1979). Rosen liet in zijn serie van 122 pseudarthrosen (waarvan 33 van de tibia) die werden behandeld met compressie, de pseudarthrose in principe intact. Slechts in geval van een standcorrectie werd deze geresecereerd. De gemiddelde consolidatieduur was evident korter in de groep waarbij de pseudarthrose intact bleef (6 versus 9,7 maanden).

Over het algemeen lijkt het dus raadzaam het weefsel tussen de delen van de tibia intact te laten.

### **2.6.3 Fibula-osteotomie**

De osteotomie van de fibula stoelt op de gedachte dat de intacte fibula – als een laterale stut – de fractuurstukken van de tibia uit elkaar houdt en impactie verhindert.

Door 3 cm van de fibula te reseceren oogste Sørensen (1969) in 87% van de gevallen succes bij de behandeling van 30 niet geconsolideerde fracturen van de tibia (18 'non-union', 12 'delayed-union', 7 infectie). Hij resecereerde een stuk bot aangezien de fibula na alléén een osteotomie te snel consolideert. De nadelen (verlies aan stabiliteit) zijn al eerder genoemd. Veelal wordt deze eenvoudige ingreep gebruikt in combinatie met interne fixatie. Het gesloten inbrengen van een mergpen wordt hierdoor eenvoudiger (Lottes 1974; Clancey e.a. 1982; Bone en Johnson; Kempf e.a. 1986).

### **2.6.4 Interne fixatie**

De interne fixatie met een compressieplaat geniet een sterk wisselende populariteit. De 'himmelhoch jauchzend' fase lijkt, gezien de frequentie en ernst van de infectieuze complicaties waarmee deze behandeling gepaard gaat, echter voorbij te zijn. Rosen (1979) had 92,6% succes na één operatie met compressie-plaat-osteosynthese in de eerder genoemde serie van 122 'delayed- en non-unions'. Zelfs 83% van de geïnfecteerde gevallen consolideerde na deze behandeling. Het betreft echter een serie met verschillende localisaties en de resultaten met betrekking tot de tibia zijn daar niet goed uit te halen. McMahon e.a. (1989) zagen 37% diepe en 18% oppervlakkige infecties bij de behandeling van 16 tibia-pseudarthrosen met een AO-compressieplaat. Het infectiepercentage bij plaat-osteosynthese van de onderarm was slechts 2; bias door onzorgvuldige operateurs of een vuile operatiekamer lijken dus onwaarschijnlijk. McMahon e.a. vonden deze cijfers zo ongunstig afsteken tegen het percentage infecties bij primaire

tibia-fracturen, dat zij de compressieplaat voor de behandeling van pseudarthrose van de tibia ongeschikt achten.

Het uitfrezen van de mergholte gevolgd door fixatie met een schachtvullende mergpen heeft, sinds deze techniek begin vijftiger jaren door Küntscher werd ingevoerd, veel terrein gewonnen. Belangrijke voordelen van deze methode zijn de stabiele fixatie en vroege belastbaarheid (impactie). Een nadeel van de mergpen is dat de medullaire bloedvoorziening, die het belangrijkste deel van de diaphyse verzorgt, wordt verstoord (Rhineland 1974). De bloedvoorziening regenereert echter snel op plaatsen waar pen en cortex geen contact maken. Men kan zelfs speculeren dat het débris, dat bij het frezen ontstaat, een positieve bijdrage levert aan de consolidatie. Het indicatiegebied, dat aanvankelijk beperkt bleef tot het middelste 1/3 deel van de schacht, is na introductie van het 'interlocking' principe uitgebreid tot de proximale en distale pseudarthrosen (Kempf e.a. 1986). Ook de gebrekkige rotatoire stabiliteit van de mergpen (vooral na fibula-osteotomie) wordt hiermee ondervangen.

Verskillende auteurs hadden bij de behandeling van 'delayed- en non-union' van tibiafracturen met de mergpen een consolidatiepercentage dat varieerde van 95 tot 100 (Christensen 1973; Lottes 1974; Clancey e.a. 1982; Bone en Johnson 1986; Sledge e.a. 1990). De belangrijkste complicatie is infectie en de kans hierop is groter indien de primaire fractuur gecompliceerd was en wanneer een open osteotomie wordt verricht tijdens het inbrengen (Clancey e.a. 1982). Toch zien sommigen zelfs in de aanwezigheid van een infectie geen contra-indicatie voor het gebruik van de mergpen (Lottes 1974; Lidgren en Önerfält 1982; Miller e.a. 1986; Sledge 1990).

Vrijwel alle auteurs zijn van mening dat de techniek van het inbrengen verre van eenvoudig is. Het passeren van sclerotisch begrensde fragmenten met de voerdraad vormt daarbij het hoofdprobleem (Kempf e.a. 1986). Ervaring, goed materiaal en vooral geduld zijn hiervoor vereist.

### **2.6.5 Externe fixatie**

De fixateur externe heeft zijn waarde bewezen bij de behandeling van de geïnfecteerde pseudarthrose (Müller en Thomas 1979). Het aantal complicaties (pen-gatinfecties) kan echter hoog zijn. Een deel hiervan is vooral te wijten aan onoordeelkundig gebruik. In een prospectief onderzoek over de behandeling van 75 ernstige tibialetsels gingen Behrens en Searls (1986) uit van 3 voorwaarden voor veilig en effectief gebruik.

De fixateur externe dient:

- geen schade aan te richten aan vitale anatomische structuren;
- de toegangsweg voor interventies als débridement vrij te laten;
- voldoende stabiliteit te geven.

Door aan deze algemene principes vast te houden zagen zij weinig complicaties. Pen-gat problemen kwamen vrijwel niet voor.

Valenti e.a. (1984) gebruikten de fixateur bij de behandeling van 19 geïnfecteerde 'non-unions'. Vrijwel alle gevallen kregen een wisselende aanvullende behandeling (meestal bottransplantaat). 18 pseudarthrosen (95%) consolideerden in gemiddeld 5 maanden; er was 1 amputatie en 1 resterende osteomyelitis.

Scharf e.a. (1984) vonden, in een gemengde populatie, 100% consolidatie maar de gemiddelde consolidatieduur was 17 maanden. Jupiter e.a. (1988) zagen 27 pseudarthrosen consolideren in gemiddeld 14 maanden.

Origineel is de externe fixatie met het Ilizarov-frame dat werd ontwikkeld in de USSR en inmiddels wereldwijd wordt toegepast. Bij deze methode maakt men gebruik van dunne transossaal gespannen Kirchner-snaren die zijn verbonden met een ringsysteem dat als frame fungeert. Het bijzondere van dit systeem is dat men ermee in staat is om een pseudarthrose, een botdefect, een verkorting en een misvorming, simultaan te corrigeren (Paley e.a. 1989). Het defect wordt opgevuld door er een botfragment, dat tevoren met een corticotomie was losgemaakt, langzaam naar toe te transporteren. De genezing berust op twee verschillende principes: consolidatie van de pseudarthrose treedt op door transformatie-osteogenese; distractie-osteogenese zorgt ervoor dat er een benige verbinding blijft bestaan tussen de corticotomievlakken (Aronson e.a. 1989). Paley e.a. behandelde 25 defect-pseudarthrosen (13 infect, botdefect gemiddeld 6,2 cm) van de tibia met deze techniek en bereikten 100% consolidatie in gemiddeld 14 maanden. De belangrijkste complicatie is beschadiging van neurovasculaire structuren (Aronson).

### 2.6.6 Bottransplantaten

Zowel een atrofische pseudarthrose als het overbruggen van een botdefect gelden als indicaties voor een bottransplantaat (Gershundi en Pinsker 1982), en aan kwaliteit en kwantiteit van het transplantaat worden hoge eisen gesteld.

Aan autoloog bot wordt algemeen de voorkeur gegeven bij de behandeling van de pseudarthrose van lange pijpbeenderen (o.a. Boyd 1961; Friedlaender 1987). Verbeek en Kingma (1973) beschreven weliswaar goede resultaten bij het gebruik van homolog bot maar adviseerden voor het overbruggen van een defect toch ook autoloog materiaal. Vele technieken met ieder hun modificaties zijn beschreven. In dit overzicht worden enkele visies, waarop de centrale spongiosoplastiek mede is gebaseerd, gepresenteerd.

Bij de 'onlay-graft', waaraan de naam Campbell is gekoppeld, werd het fibreuze weefsel in de pseudarthrose geresceerd en werd deze overbrugd met een corticalisspaan die met schroeven werd gefixeerd. Het doel was tweeledig: men beoogde zowel fixatie als osteogenese. Voor beide doelstellingen is corticaal bot echter niet ideaal want tijdens de fase van 'creeping substitution', waarin dood bot geleidelijk door nieuw levend bot wordt vervangen, is de spaan breekbaar. Spongieus bot heeft bovendien een grotere potentie tot osteogenese.

Phemister (1947) weerlegde het idee dat rigide fixatie van het transplantaat noodzakelijk is en liet bovendien de pseudarthrose ongemoeid. Hij gebruikte geen schroeven maar een manchet van periost en omringende weke-delen om het transplantaat op zijn plaats te houden. De intermediaire callus houdt de fragmenten bijeen en het transplantaat loopt geen risico te breken. Voorwaarde is wel dat de stand acceptabel is. Met deze methode zag Phemister in een serie van 22 pseudarthrosen van de tibia, alle na één operatie consolideren.

Forbes (1961) paste een modificatie toe op de veelgebruikte Phemister-techniek en gebruikte spongiosapanen die hij op dezelfde wijze subperiostaal langs de



schacht legde. Consolidatie na één operatie trad op bij 93%. Voor niet geïnfecteerde pseudarthrosen was de consolidatieduur gemiddeld 15 weken; voor geïnfecteerde 8 maanden. Ook anderen boekten gunstige resultaten met deze procedure en bereikten 88-93% consolidatie (Jayaswal e.a. 1985; Harrington e.a. 1987).

Rigide fixatie noch resectie van de pseudarthrose zijn dus noodzakelijk om consolidatie te verkrijgen.

Milch (1939 en 1950) beschreef het succes van de synostose-operatie bij een patiënt met een therapieresistente infect-pseudarthrose van de tibia. Waar alle andere operaties een benige verbinding *binnen* de tibia nastreven, wordt met de synostose een benige verbinding *tussen* tibia en fibula beoogd waarbij de laatste als 'bypass' fungeert. Wat bij de fractuur van de onderarm een gevreesde complicatie is, vormt dus bij het onderbeen juist de doelstelling! Echter, het idee om een defect in de tibia met de fibula te overbruggen was ook toen al niet nieuw en werd reeds in 1905 door Huntington beschreven. Verscheidene varianten op de synostose-operatie zijn beschreven maar essentieel zijn de verschillen niet en noch het aantal publicaties, noch het aantal patiënten per serie is groot. Globaal kan men onderscheid maken in techniek en in toegangsweg.

Milch (1950) spleet de fibula in lengterichting en versplinterde de mediale helft. Toevoegen van spongieus bot zag hij als optie. Hij fixeerde de fibula aan de tibia met een kangoeroepees. McMaster en Hohl (1965) fixeerden de fibula aan de tibia met homologe botpennen. Tien jaar later, in 1975, hadden zij één van de grootste series opgebouwd bestaande uit 36 patiënten bij wie deze operatie als 'salvage procedure' werd beschouwd. De resultaten waren als volgt: benige continuïteit 28×, persisterende pseudarthrose 3×, amputatie 3×, onbeslist 2×. Campanacci en Zanoli (1966) zagen goede resultaten (97% consolidatie) met de 'fibula pro tibia'-methode waarbij de fibula tegen de tibia werd aangeschroefd maar hun serie met veel 'delayed-unions' en zonder één defect-pseudarthrose vormt een positieve selectie. Door de meesten wordt echter spongieus bot gebruikt om de synostose te creëren (o.a. Jones en Barnett 1955; Freeland en Mutz 1976; Weinberg e.a. 1979; Reckling en Waters 1980; Simon en Hoogmartens 1984). Allen boekten redelijke tot goede resultaten met deze methode. Het percentage consolidatie varieerde van ±70 tot 100 met een gemiddelde consolidatieduur van 5 tot 8 maanden.

Deze auteurs gebruikten allen de posterolaterale benadering zoals die door Harmon (1945) beschreven werd. Het transplantaat wordt daarbij aan de dorsale zijde van de membrana interossea gelegd. Skelley en Hardy (1981) gebruikten zowel de voorste als de posterolaterale benadering. Juist bij de posterolaterale zagen zij een synostose ontstaan en gezien de enkelklachten vonden zij dit een nadeel. Milch (1950) gebruikte de laterale benadering maar maakte bovendien een tweede incisie in de fascie langs de crista tibiae, zodat de extensorenloge van twee kanten werd vrijgeprepareerd. Fischer e.a. (1976) hadden ervaring met zowel de laterale als de posterolaterale toegang. Zij prefereerden de laatste in verband met het plaatsen van de fixateur externe die zij gebruikten. Vidal e.a. (1982) – die eveneens de posterolaterale benadering gebruikten – benadrukten het

belang van de membrana interossea als anatomische barrière bij infectie in het voorste compartiment.

Wagner (1947) adviseerde de anterolaterale benadering met een incisie ongeveer 1 cm lateraal van de crista tibiae, maar hij verrichtte geen synostose-operatie.

De essentie is steeds dat de ventromediale zijde, waar de tibia direct subcutaan ligt en waar de huid vaak verlittekend is, wordt vermeden.

De microchirurgie heeft het mogelijk gemaakt om een groot botfragment samen met de voedende vaten te verwijderen van de donorplaats en te verplaatsen naar een acceptorplaats op afstand. De vaatsteel van het transplantaat wordt vervolgens met microvasculaire anastomosen verbonden met de vasculatuur van de acceptorplaats. Doordat de circulatie in het transplantaat intact blijft overleven osteoblasten en osteocyten en de fase van 'creeping substitution' blijft achterwege (Weiland 1981). De 'vrije gevasculariseerde fibula' van het gezonde been is door zijn structuur en lengte het meest geschikt om grote defecten in de onderste extremiteit te overbruggen. Het 'overall' succespercentage van het gevasculariseerde bottransplantaat bedraagt ongeveer 70 en is afhankelijk van de acceptorplaats (Nusbickel e.a. 1989). Ook De Boer (1988) komt in zijn proefschrift over het gevasculariseerde fibulatransplantaat tot 70% primaire consolidatie van de tibia na 2 jaar. De onderbenen met een chronische osteomyelitis deden het daarentegen veel slechter: slechts 1 van de 5 was geconsolideerd, 3 waren definitief mislukt en 1 was nog onder behandeling.

De indicatie voor een dergelijke procedure dient uiterst scherp te worden gesteld: enerzijds opereert men aan het enige gezonde been, anderzijds gaat het om een grote, langdurige en technisch moeilijke ingreep (zie hoofdstuk 9).

De centrale spongiosaplastiek behoort tot de synostoseoperaties. De techniek – zoals deze in het AZR wordt toegepast – wordt beschreven in het volgende hoofdstuk. Hoewel het voor velen van de 47 patiënten een 'salvage procedure' betrof dient men deze benaming niet te associëren met een pover eindresultaat. De centrale spongiosaplastiek wordt op de afdeling orthopaedie van het AZR als behandeling van eerste keuze beschouwd voor de pseudarthrose van de tibiaschacht.

# De operatieve behandeling van de infect/defect-pseudarthrose van de tibiaschacht met een centrale spongiosaplastiek

### 3.1 Inleiding

De doelstelling bij de behandeling van een patiënt met een langbestaande infect/defect-pseudarthrose van de tibiaschacht is het creëren van een bruikbaar onderbeen met een solide geconsolideerde tibia.

De operatieve behandeling van deze aandoening met een centrale spongiosaplastiek (CSP), zoals die bij deze onderzoekpopulatie werd toegepast, vond in de regel in twee tempi plaats:

- 1. Verwijderen van osteosynthesemateriaal en van necrotisch en minder vitaal weefsel.*
- 2. Reconstructie van de tibiaschacht via een laterale benadering door het creëren van een botbrug tussen tibia en fibula (synostose) met gebruik van vers autoloog spongieus bot uit de bekkenkam.*

De eerste stap in de behandeling vervalt natuurlijk bij afwezigheid van osteosynthesemateriaal of van infectie.

In dit hoofdstuk worden deze beide stappen eerst (kort) toegelicht (3.2 en 3.3). Vervolgens wordt de operatietechniek van de CSP besproken met een aparte beschrijving voor de proximale pseudarthrose (3.4). De nabehandeling wordt beschreven in 3.5.

Het hoofdstuk wordt besloten met achtergrondinformatie over de behandeling (voorbereiding, CSP en nabehandeling).

### 3.2 Verwijderen van osteosynthesemateriaal en van necrotisch en minder vitaal weefsel

Alvorens men tot reconstructie van de tibia overgaat dienen er optimale omstandigheden te worden geschapen voor incorporatie van het spongiosatransplantaat. De aanwezigheid van corpora aliëna als platen en schroeven en purulent avitaal weefsel verenigt zich daarmee niet en kan zowel een mechanische als biologische belemmering voor incorporatie vormen (Friedlaender 1987).

Eerst dienen daarom schroeven en plaat te worden verwijderd. Vervolgens moet al het necrotische en minder vitale weefsel rond de pseudarthrose met ruime marge worden geëxideerd. Waar de grens moet liggen is lang niet altijd gemakkelijk te bepalen. Om een lang bestaand infectie uit te bannen, moet men echter een ruime marge kiezen en vooral niet te zuinig zijn met het débridement. Met name ook necrotisch bot wordt verwijderd tot men stuit op goed doorbloed bot, zelfs indien hierdoor een groot botdefect ontstaat. Geïnfecteerde pen-(fixateur) en schroefgaten worden tot groter kaliber opgeboord.

De wond blijft open zodat drainage van wondvocht gewaarborgd is. Hooguit worden – indien de wondranden sterk wijken – enkele situatiehechtingen gelegd teneinde de genezingsduur te bekorten. Nooit echter wordt de wond – die wordt bedekt met een vet gaas – volledig gesloten. Aansluitend aan de operatie wordt een gewatteerd gipsverband aangelegd dat over de volle lengte wordt gekleefd. Het onderbeen wordt hoog gelegd op een Braunse slede teneinde postoperatieve zwelling te beperken. Enkele dagen later wordt het gips circulair gemaakt en een luik gezaagd waardoor inspectie plaatsvindt. Na inspectie wordt het luik weer gesloten om vensteroedeem en ongewenste interventie te voorkomen.

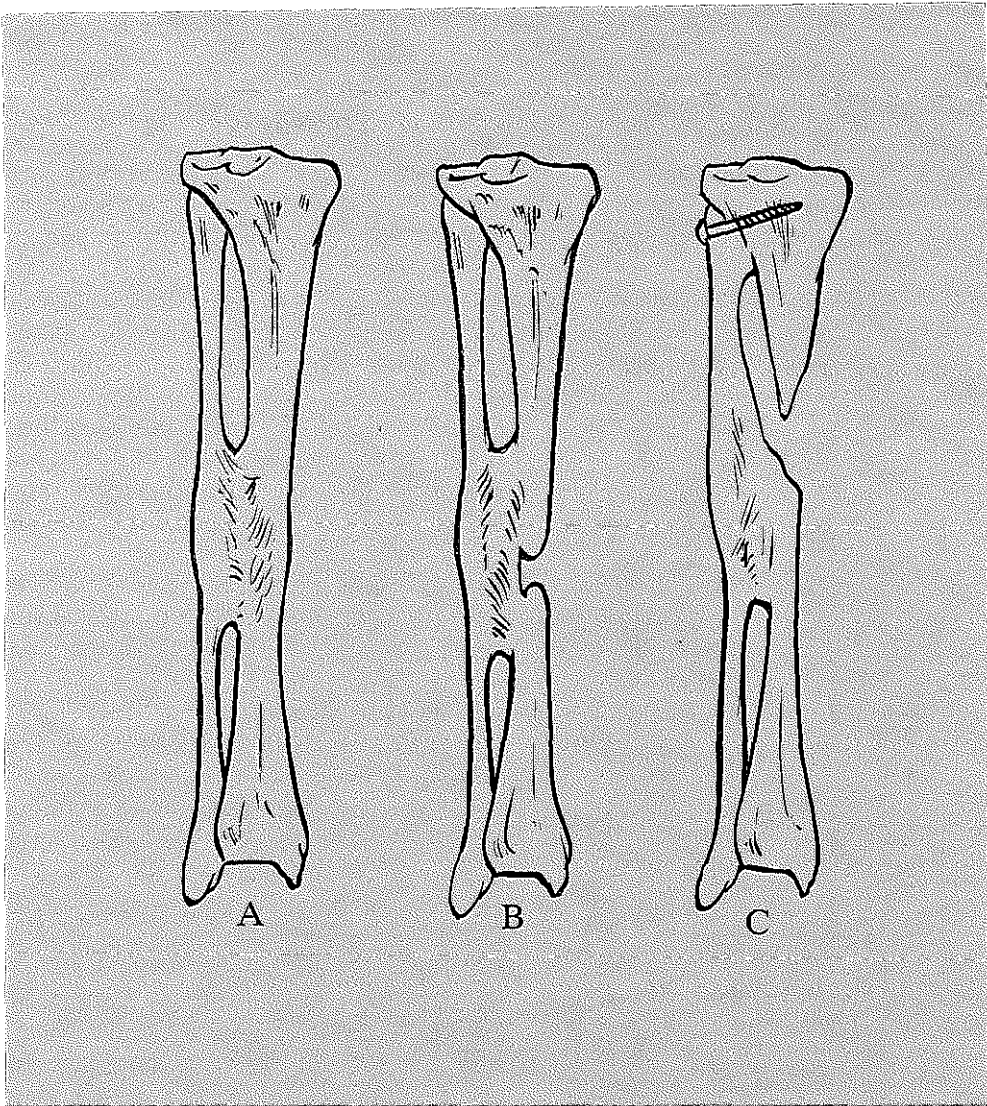
Niet eerder dan wanneer de wond volkomen met epitheel is bedekt en er geen tekenen van infectie meer zijn, volgt de tweede stap.

### **3.3 Reconstructie van de tibiaschacht via een laterale benadering door creëren van een botbrug tussen tibia en fibula met gebruik van vers autoloog spongieus bot uit de bekkenkam**

Met de centrale spongiosaplastiek (CSP) wordt vers autoloog bot uit de bekkenkam getransplanteerd naar een (centrale) ruimte, die wordt gecreëerd tussen tibia en fibula. De pseudarthrose zelf wordt ongemoeid gelaten. Onderscheidend kenmerk is de *laterale* benadering, *ventraal* van de fibula. Als regel wordt geen antibioticum toegediend.

Zoals reeds eerder gesteld beogen wij met de CSP weer een stevige benige verbinding te verkrijgen tussen het proximale en distale fragment. Consolidatie van de pseudarthrose zelf is natuurlijk het meest ideale maar is niet altijd haalbaar. Er zijn – bij toepassing van de in 3.4 beschreven techniek – drie opties om het gestelde doel te bereiken. Deze worden in het onderstaande schematisch weergegeven.

1. De pseudarthrose consolideert en het spongiosatransplantaat blijft daardoor relatief achter in ontwikkeling (figuur 3.1-A).
2. Bij een defect-pseudarthrose consolideert de pseudarthrose zelf niet, maar wordt het defect overbrugd door het spongiosatransplantaat dat, samen met de fibula, sterk hypertrofieert onder invloed van belasting (figuur 3.1-B). Bij verschillende patiënten bleek het transplantaat zich in de loop der tijd te ontwikkelen tot een waar 'pijbeen', met corticalis en een centrale mergholte.



Figuur 3.1 Drie opties om met een CSP weer een benige verbinding tussen het proximale en distale tibiafragment te verkrijgen.

3. In geval van een proximaal gelocaliseerde defect-pseudarthrose wordt tevens een arthrodesese van het proximale tibiofibulaire gewricht tot stand gebracht (figuur 3.1-C).

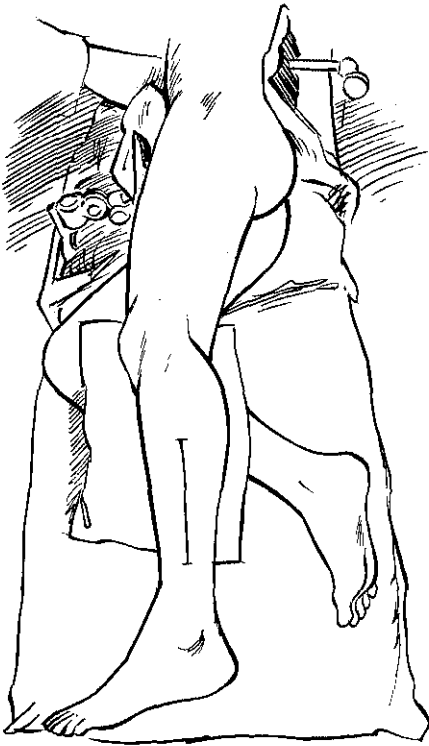
### 3.4 Operatietechniek van de centrale spongiosoplastiek

#### Positie van de patiënt en incisies

De patiënt ligt op de contralaterale zijde met een kussen tussen de benen (figuur 3.2). De laterale malleolus en het fibulakopje van het onderliggende been zijn beschermd tegen locale druk. De thorax en het os pubis worden gestabiliseerd door steunen aan de operatietafel. De thorax wordt bovendien gefixeerd met tape. De dorsale zijde van het bekken blijft zo optimaal bereikbaar terwijl de patiënt zeer stevig ligt.

Het is aan te raden de incisies préoperatief aan te tekenen op een moment dat men zich beter kan oriënteren dan wanneer de patiënt is afgedekt. De rechte onderbeen-incisie loopt over de ventrale zijde van de fibula ter hoogte van de pseudarthrose en is tot iedere gewenste lengte uit te breiden. Het fibulakopje en de laterale malleolus zijn gemakkelijke oriëntatiepunten. De incisie loopt vrijwel evenwijdig aan de spanningslijnen van Langer (McVay 1984) en leidt tot een cosmetisch fraai litteken.

De bekkenincisie is recht en loopt van de laterale zijde van de crista iliaca naar de spina iliaca posterior superior.



Figuur 3.2 De ligging van de patiënt op de operatietafel. Op het onderbeen is de incisie aangetekend.

Na desinfectie van de huid wordt een tricot kous om het been getrokken. Op de plaats van de incisie wordt een langwerpig gat geknipt. Het operatieterrein wordt vervolgens afgeplakt met plastic folie. Contact met de veelal droge schilferende huid (na gips) wordt zo vermeden. Ook de bekkenkam wordt zorgvuldig afgedekt

#### Afdekprocedure

Het afdekken van de patiënt vormt een belangrijk onderdeel van een orthopaedische operatie. Volstaan wordt met het toelichten van twee belangrijke punten in deze procedure.

De bloedleegtemanchet wordt pas op het laatste moment voor aanvang van de operatie opgepompt teneinde de duur van de ischaemie zo kort mogelijk te houden. Leegzwachtelen is niet nodig en na langdurige immobilisatie van het been gecontraïndiceerd gezien het gevaar voor een (dodelijke) longembolie (Austin 1963; Pollard e.a. 1983). Elevatie van het been gedurende enkele minuten alvorens de manchet wordt opgepompt is voldoende. Kleine bloedvaten blijven zo beter zichtbaar en kunnen direct worden gecoaguleerd waardoor het postoperatieve bloedverlies beperkt blijft.

### 3.4 Operatietechniek van de centrale spongiosoplastiek

#### Positie van de patiënt en incisies

De patiënt ligt op de contralaterale zijde met een kussen tussen de benen (figuur 3.2). De laterale malleolus en het fibulakopje van het onderliggende been zijn beschermd tegen locale druk. De thorax en het os pubis worden gestabiliseerd door steunen aan de operatietafel. De thorax wordt bovendien gefixeerd met tape. De dorsale zijde van het bekken blijft zo optimaal bereikbaar terwijl de patiënt zeer stevig ligt.

Het is aan te raden de incisies préoperatief aan te tekenen op een moment dat men zich beter kan oriënteren dan wanneer de patiënt is afgedekt. De rechte onderbeen-incisie loopt over de ventrale zijde van de fibula ter hoogte van de pseudarthrose en is tot iedere gewenste lengte uit te breiden. Het fibulakopje en de laterale malleolus zijn gemakkelijke oriëntatiepunten. De incisie loopt vrijwel evenwijdig aan de spanningslijnen van Langer (McVay 1984) en leidt tot een cosmetisch fraai litteken.

De bekkenincisie is recht en loopt van de laterale zijde van de crista iliaca naar de spina iliaca posterior superior.



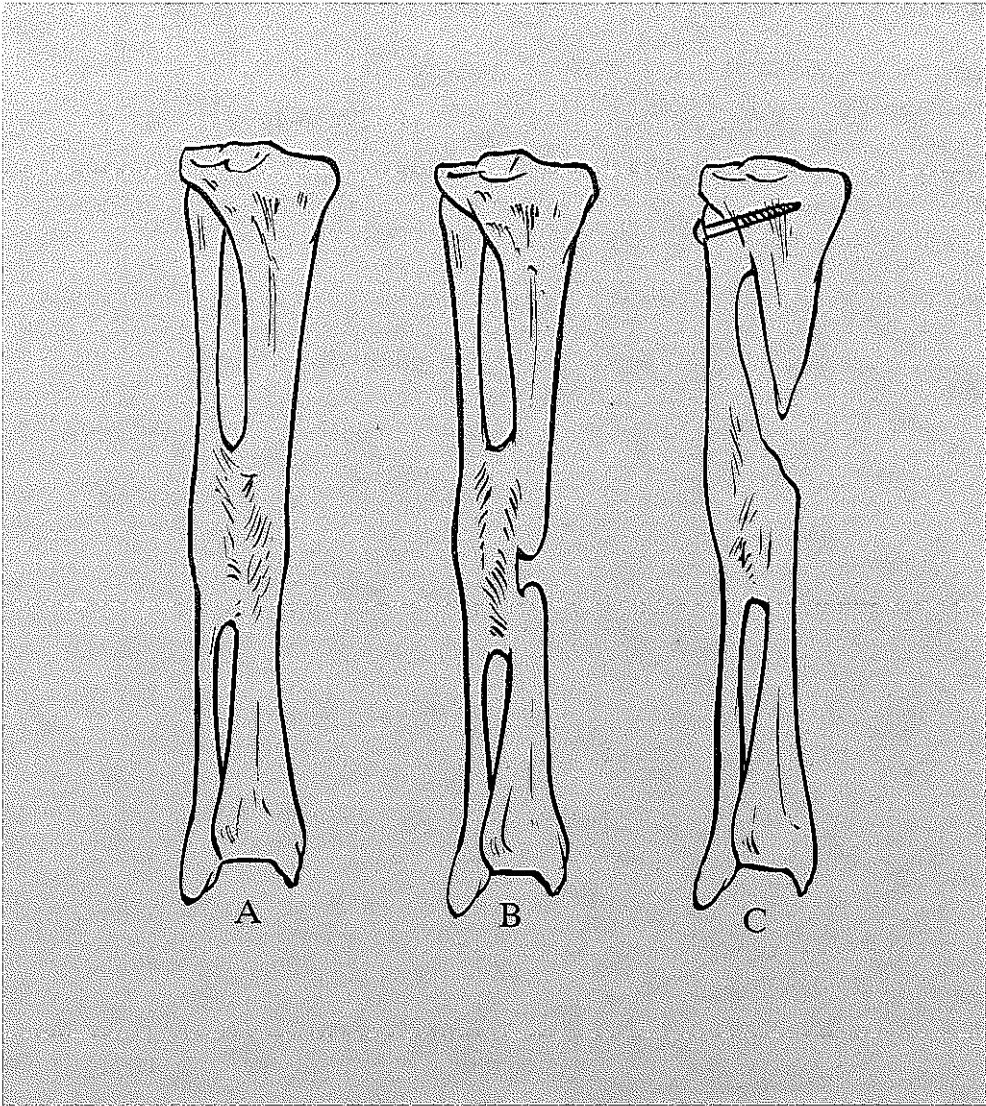
Figuur 3.2 De ligging van de patiënt op de operatietafel. Op het onderbeen is de incisie aangekend.

Na desinfectie van de huid wordt een tricot kous om het been getrokken. Op de plaats van de incisie wordt een langwerpige gat geknipt. Het operatieterrein wordt vervolgens afgeplakt met plastic folie. Contact met de veelal droge schilferende huid (na gips) wordt zo vermeden. Ook de bekkenkam wordt zorgvuldig afgedekt

#### Afdekprocedure

Het afdekken van de patiënt vormt een belangrijk onderdeel van een orthopaedische operatie. Volstaan wordt met het toelichten van twee belangrijke punten in deze procedure.

De bloedleegtemanchet wordt pas op het laatste moment voor aanvang van de operatie opgepompt teneinde de duur van de ischaemie zo kort mogelijk te houden. Leegzwachtelen is niet nodig en na langdurige immobilisatie van het been gecontraïndiceerd gezien het gevaar voor een (dodelijke) longembolie (Austin 1963; Pollard e.a. 1983). Elevatie van het been gedurende enkele minuten alvorens de manchet wordt opgepompt is voldoende. Kleine bloedvaten blijven zo beter zichtbaar en kunnen direct worden gecoaguleerd waardoor het postoperatieve bloedverlies beperkt blijft.



Figuur 3.1 Drie opties om met een CSP weer een benige verbinding tussen het proximale en distale tibiafragment te verkrijgen.

3. In geval van een proximaal gelocaliseerde defect-pseudarthrose wordt tevens een arthrodese van het proximale tibiofibulaire gewricht tot stand gebracht (figuur 3.1-C).



en afgeplakt en gedurende het eerste deel van de operatie voorzien van een extra laken. Na het afdekken worden de handschoenen gewisseld.

### **Chirurgische dissectie onderbeen<sup>1</sup>**

De huid en subcutis worden over voldoende lengte geïncideerd (figuur 3.3-A) om overmatige spanning op de wondranden te voorkomen. Ter hoogte van het middelste en distale deel van het onderbeen moet men allert zijn op de dorsale huidtak van de N. peroneus superficialis. Beschadigen van deze zenuw veroorzaakt een doof gevoel op de voetrug.

De fascia cruris wordt in lijn met de huid geïncideerd. Het interval tussen de peroneusmusculatuur aan de dorsale zijde en de M. extensor digitorum longus aan de ventrale zijde (figuur 3.3-B), wordt geïdentificeerd en met het raspatorium ontwikkeld langs de voorzijde van het septum intermusculare anterius door de M. extensor digitorum af te schuiven. De innervatie van genoemde spieren wordt bij gebruik van deze toegangsweg gerespecteerd.

De membrana interossea cruris, verder membrana genoemd, wordt proximaal en distaal van de pseudarthrose tot aan de tibia vrij geprepareerd, door de spiervezels met het raspatorium van de membrana af te schuiven. De membrana is een vrij kwetsbare structuur die zowel proximaal als distaal duidelijk de weg wijst naar de tibia. De extensoren, waarin de N. peroneus profundus en de A. en Vv. tibiales anteriores lopen, worden voorzichtig naar ventraal gehouden. Ter plaatse van de aanhechting van de membrana aan de tibia, wordt het periost geïncideerd, waarna het mogelijk is het periost van de dorsale tibiazijde – dat continu is met de membrana – af te schuiven en op te lichten (figuur 3.3-C). De aanhechting van de membrana aan de fibula wordt losgesneden (Cave de A. en Vv. peroneae die er direct achter lopen). De membrana met het periost van de achterzijde van de tibia worden nu naar dorsaal verplaatst.

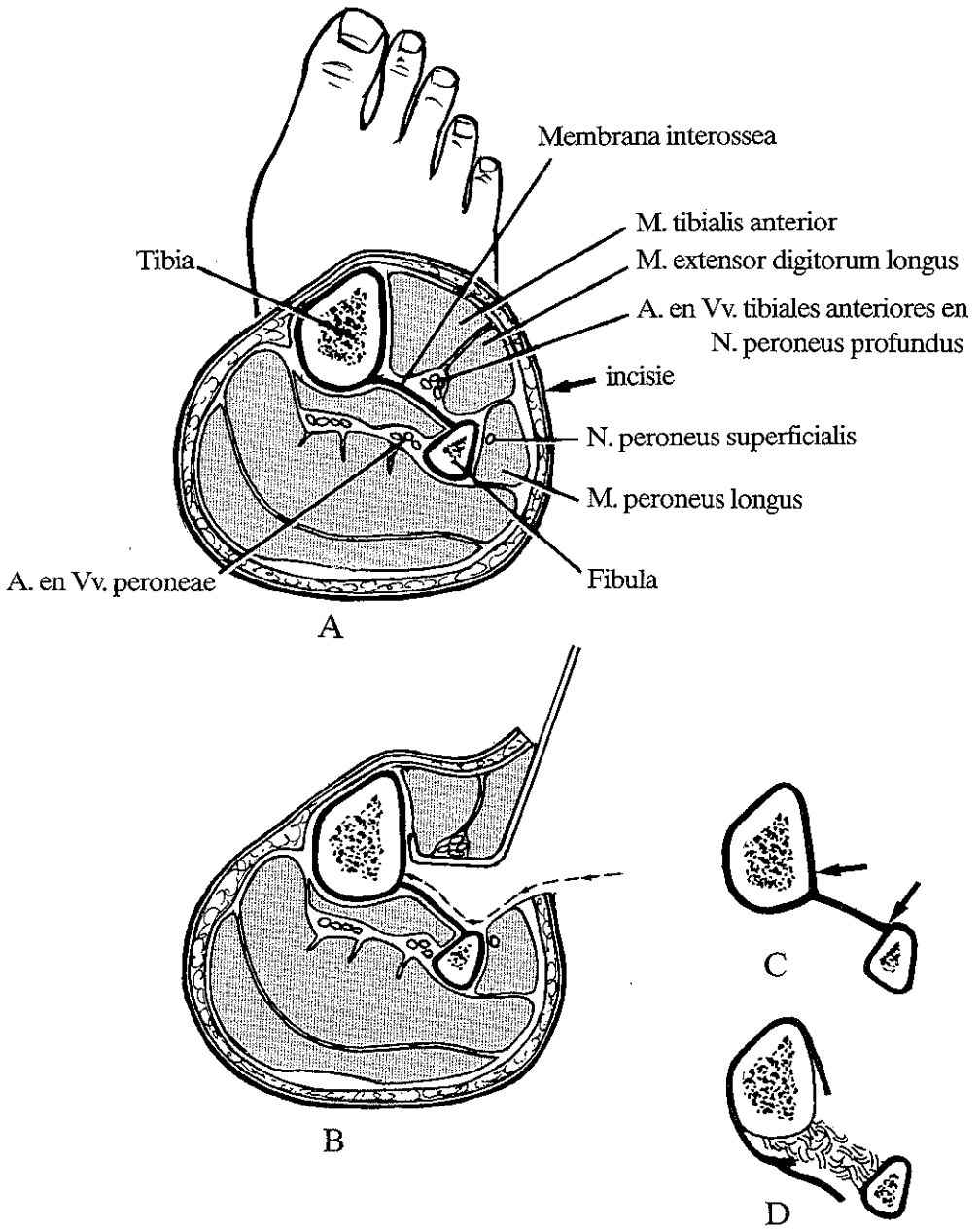
Tussen tibia (mediaal), de losgeprepareerde en naar dorsaal verplaatste membrana (dorsaal) en de fibula (lateraal) is nu een ruimte gevormd die later als receptorplaats voor het transplantaat gaat fungeren. Rond de pseudarthrose wordt deze ruimte zover als mogelijk ontwikkeld. Nogmaals: de pseudarthrose zelf wordt ongemoeid gelaten. Ter hoogte van de pseudarthrose, waar meestal een verbakken weefselmassa bestaat, is men over de loop van de vaten niet meer goed georiënteerd en onverhoopte beschadigingen dienen te worden overhecht.

Met een guts worden nu schuine inkepingen in de begrenzendende cortex van tibia en fibula gemaakt, waardoor een structuur ontstaat die enigszins aan 'visschubben' doet denken.

Men kan vrijwel de gehele diepe dissectie van het onderbeen uitvoeren door de spieren met een raspatorium af te schuiven. Scherp prepareren is alleen noodzakelijk bij incisie van het periost van de tibia, bij het lossnijden van de membrana van de fibula en bij dissectie van adhaerente spieren. Vooral ter plaatse van de pseudarthrose is de musculatuur zo stevig verankerd dat gebruik van het mes noodzakelijk is.

De operatie aan het onderbeen wordt nu tijdelijk beëindigd. De wondvlakken worden geapproximeerd en het onderbeen wordt verbonden met een elastische

<sup>1</sup> Voor de topografische anatomie wordt verwezen naar bijlage 1



Figuur 3.3 De centrale spongiosaplastiek

- A. Dwarsdoorsnede door het proximale deel van het rechter onderbeen
- B. De laterale toegang, tussen extensoren en peroneï, naar de membrana interossea
- C. De plaatsen waar de membrana wordt losgesneden
- D. Nadat de membrana naar dorsaal is verplaatst wordt de ontstane ruimte met spongiosa-snippen uit de bekkenkam opgevuld

zwachtel. Er worden geen gazen in de wond achter gelaten. De bloedleegte wordt nu opgeheven en we begeven ons naar het bekken om, na wisselen van handschoenen en instrumenten, het spongiosa-transplantaat te verwerven.

### **Chirurgische dissectie bekken**

De subcutis is aan de dorsale zijde veelal dik maar de bekkenkam kan goed worden gepresenteerd met een breed speculum. De bekkenkam is aan de achterzijde voldoende dik om twee lagen bot te benutten. De buitenste laag bevat een dunne laag corticaal bot en met een guts worden hieruit gekrulde spanen van ongeveer 4 cm lang en 0,5 cm breed verkregen. De binnenste laag bestaat uit zachte spongiosa. Hieruit worden met de guts – handmatig – lange repen spongiosa gewonnen. De hoeveelheid materiaal die men op deze wijze kan verkrijgen is ruim voldoende.

Het transplantaat wordt bewaard in een bakje onder gazen die tevoren werden doordrenkt met bloed. De diepe lagen van de wond worden gehecht over een vacuüm-drain. De huid wordt pas aan het einde van de operatie gesloten.

### **Terug naar het onderbeen**

Na verwijderen van de zwachtel om het onderbeen wordt de haemostase gecontroleerd. Meestal is er geen bloeding van betekenis en is coagulatie niet nodig. De spongiosaspanen worden dakpansgewijs overlappend neergelegd in de gecreëerde centrale ruimte (zie figuur 3.3-D). Tusseliggende ruimtes worden opgevuld met de zachte spongiosasnippers.

Subcutis en huid worden gesloten over een vacuüm-drain. De fascia cruris wordt niet gesloten om een loge-syndroom te voorkomen. Aansluitend wordt een gepolsterd bovenbeengips aangelegd dat nadien over de volle lengte wordt gekleefd. Alleen bij een zeer distale of stabiele pseudarthrose wordt volstaan met een onderbeengips.

### **Proximale pseudarthrose**

Bij de proximale pseudarthrose wordt afgeweken van de genoemde procedure. Het proximale deel van de membrana wordt in deze gevallen geëxideerd teneinde de A. en Vv. tibialis anteriores te mobiliseren waardoor het spongiosa-transplantaat meer ruimte krijgt. In het transplantaat kan op den duur een foramen zichtbaar worden waar de vaten doorheen moeten lopen. Bovendien wordt een arthrodese verricht van het proximale tibiofibulaire gewricht. De geaviveerde gewrichtsoppervlakken worden daarbij met een lange spongiosaschroef gefixeerd.

## **3.5 Postoperatief beleid**

Ter preventie van trombo-embolische processen wordt de avond vóór de operatie gestart met orale anticoagulantia (acenocoumarol). Deze behandeling wordt in totaal drie maanden gecontinueerd. De streefwaarde voor de Thrombotest is 10-15% (INR 2,8-2,1) (Swierstra 1986).

Als regel vindt, na ongeveer één week bedrust met het onderbeen hoog gelegen, inspectie van de wond plaats. Vervolgens wordt een bovenbeengips aangelegd dat alleen op kwetsbare plaatsen is gepolsterd en meestal 'near skin cast' (NSC) wordt genoemd. Na uitharden van het gips wordt de patiënt onbelast gemobiliseerd. Na enkele weken wordt – afhankelijk van de situatie, maar nooit voor de operatiewond is genezen – het been 15 á 20 kg belast. De patiënt kan hier idee van krijgen met een personenweegschaal. Vervolgens wordt één variabele tegelijk gewijzigd; òf de belasting wordt opgevoerd òf de uitwendige bescherming wordt gereduceerd tot een 'patellar-tendon bearing' (PTB) gips. Bij een distale pseudarthrose kan direct met een PTB-gips worden volstaan.

Wanneer het been klinisch voldoende stevigheid bezit wordt het gips vervangen door een op maat gemaakte kunststof brace. Deze wordt gedragen tot volledige consolidatie is bereikt.

### **3.6 Achtergrond van de behandeling**

Om een langbestaande pseudarthrose tot genezing te brengen mogen noch aan het milieu rond de receptorplaats noch aan de kwaliteit van het transplantaat concessies worden gedaan.

#### **Vorbereiding**

Een gezonde goed doorbloede omgeving is essentieel voor genezing en de aanwezigheid van corpora alièna en purulent, avitaal of minder vitaal weefsel verenigt zich daarmee niet. Schroeven en plaat of ander osteosynthesemateriaal worden, indien (nog) aanwezig, daarom eerst verwijderd en geïnfecteerde schroefgaten worden opgeboord tot groter kaliber. Vervolgens wordt al het necrotische en minder vitale weefsel rond de pseudarthrose met ruime marge geëxideerd. Ook necrotisch bot wordt verwijderd tot men stuit op goed doorbloed bot, zelfs indien hierdoor een groot defect ontstaat. Juist bij de CSP is de grootte van het botdefect ondergeschikt aan het belang van een gezonde omgeving. De grondigheid van het débridement is enigszins vergelijkbaar met het karakter van een oncologische ingreep. Na het débridement blijft de wond open en wordt het been geïmmobiliseerd in een gipsverband.

Voor genezing van een wond is rust vereist, zeker bij aanwezigheid van infectie. Trueta en Barnes (1940) propageerden in the British Medical Journal de behandeling van gecontamineerde en geïnfecteerde wonden met absolute rust in een gipsverband. Zij deden dit op grond van praktijkervaring opgedaan in de Spaanse Burgeroorlog (1936-1939), maar wisten zich daarin bovendien gesteund door dierexperimenteel onderzoek. De belangrijke barrière die granulatieweefsel vormt tegen invasie van bacteriën en de ongunstige werking die wisselen van het gipsverband daarop uitoefent, werd door hen benadrukt. Altijd ontstaan daarbij kleine beschadigingen die een porte d'entrée kunnen vormen voor micro-organismen. Alle patiënten met uitgebreide wonden die Trueta in de oorlog behandelde kregen koorts gedurende één of twee dagen na wisselen van het gips, hetgeen wijst op absorptie van bacteriën of toxinen.

Overeenkomstig deze visie wordt na het débridement het gipsverband zo min mogelijk gewisseld tenzij er omstandigheden zijn die aanleiding geven tot inspectie, zoals koorts, pijn en putride foetor. Gips heeft hierbij door het grote resorberende vermogen een belangrijk voordeel boven kunsthars.

Niet eerder dan wanneer de wond volledig met epitheel is bedekt en er geen tekenen van infectie meer zijn, volgt reconstructie met de CSP. Wanneer grote defecten in de weke-delen bestaan kan men deze dekken met een vrij huidtransplantaat. Bij uitzondering is een vrij gevasculariseerd huidtransplantaat noodzakelijk.

## De CSP

Ook aan het bottransplantaat worden de hoogste eisen gesteld. Daarom wordt een ruime hoeveelheid vers autoloog spongieus bot gebruikt dat wordt beschouwd als het meest betrouwbare transplantaat met de beste osteogene eigenschappen (Heiple e.a. 1987). Een homolog transplantaat zou weliswaar de operatie aan het bekken overbodig maken, maar de mindere biologische activiteit in vergelijking met die van vers autoloog bot, maakt homolog materiaal in deze gevallen minder geschikt (Friedlaender 1987).

De *laterale* benadering vormt bij deze operatie een essentieel onderdeel. Aan de *anteromediale* zijde van het onderbeen, waar de tibia direct subcutaan ligt, is de huid over het algemeen verlittekend en atrofisch en daarom ongeschikt als chirurgische toegangsweg. Aan de laterale zijde daarentegen wordt de fibula bedekt door een flinke laag weke-delen die, ook na ernstige letsels en talrijke operaties, meestal onbeschadigd is. Toegang via dit, vaak nog maagdelijke en goed gevasculariseerde, terrein vergroot de kans op ongestoorde wondgenezing en geniet daarom verre de voorkeur. De meeste auteurs die over de synostose-operatie hebben gepubliceerd hanteren de posterolaterale benadering, zoals die werd beschreven door Harmon (1945). Bij deze posterolaterale benadering gaat men achter de fibula en peroneusmusculatuur langs en wordt het transplantaat dorsaal van de membrana interossea gelegd. Hun belangrijkste argument is dat deze membraan een barrière zou vormen tegen infectie die meestal in het voorste compartiment is gelocaliseerd (Vidal e.a. 1982; Fischer e.a. 1986; Esterhai e.a. 1990). De laterale toegang – ventraal van de fibula en peroneusmusculatuur – is bij de serie van dit onderzoek echter een gemakkelijke gebleken. Door de membraan van de fibula los te snijden en naar dorsaal te verplaatsen krijgt men een ruime goot tussen tibia en fibula.

Alvorens het spongiosatransplantaat – dakpansgewijs overlappend – in deze goot wordt gelegd, worden met een guts inkepingen in de begrenzende cortices gemaakt. Jarry en Uhthoff (1960) beschreven het osteogene effect van deze methode die zij de ‘petal’ techniek noemden (petal=bloemblad). De gunstige invloed van deze ‘petals’ alléén, dus zonder aanvullend transplantaat, op consolidatie van zowel verse fracturen als van pseudarthrosen, werd in een vergelijkende experimentele studie door Jarry en Uhthoff aangetoond. Naast het osteogene effect van de ‘petals’ speelt een goed contactoppervlak tussen receptorplaats en de dunne repen spongiosa, met optimale mogelijkheden voor ingroei van capillairen, vermoedelijk een minstens zo belangrijke rol (Rhineland 1974).

## Nabehandeling

Niet alleen voorbereiding en transplantaat zijn cruciaal maar ook een goede nabehandeling is belangrijk om tot een goed eindresultaat te komen. Het patroon waarop fracturen in de lange pijpbeenderen genezen is afhankelijk van mechanische omstandigheden (McKibbin 1978) en een gunstige invloed van cyclische mechanische belasting op de secundaire fractuurgenezing is zowel experimenteel als klinisch aangetoond (Sarmiento 1977; Panjabi e.a. 1979; Kenwright en Goodship 1989) hoewel het mechanisme nog grotendeels onduidelijk is. Ook remodelering – met distributie van botmassa – is afhankelijk van belasting (Wet van Wolff) en bij de behandeling van een pseudarthrose met CSP wordt van dit principe gebruik gemaakt. Bewust wordt afgezien van interne fixatie, niet alleen vanwege het altijd dreigende infectiegevaar, maar ook omdat een dergelijke vorm van fixatie 'stress' protectie geeft. De latere externe fixateurs, die 'dynamisering' toestaan, komen aan dit laatste bezwaar tegemoet en hebben als voordeel dat knie en enkel direct kunnen worden geoefend. In de beginfase echter, wanneer de patiënt nog niet is gemobiliseerd, heeft het vrij laten van de enkel ook nadelen. De spitsvoet, die ontstaat doordat zwaartekracht en de (overheersende) kracht van flexoren synergistisch werken, vormt een beruchte complicatie wanneer de voet niet wordt gesteund (Taylor en Allum 1988). Bovendien is het niet zonder risico om zes (dikke) pennen in het been te schroeven die communiceren met de buitenwereld. Juist bij multipel-geopereerde benen is het gevaar voor infectie bij externe fixatie niet denkbeeldig. Gipsimmobilisatie, zo spoedig mogelijk gevolgd door een brace, was de behandeling van onze keuze.

Zodra de operatiewond is genezen is partiële belasting in een beschermend gipsverband als regel mogelijk. De mate van belasting, die stapsgewijs wordt opgevoerd, hangt af van de intrinsieke stabiliteit van het onderbeen. Zodra de klinische stabiliteit voldoende is wordt het gips vervangen door een aangemeten kunststof brace. Deze geeft goede stabiliteit en biedt o.a. het voordeel dat de patiënt het knie- en enkelgewricht kan oefenen hetgeen gunstig is voor de circulatie en de trofiek van de omgevende weke-delen. Dat een afneembare brace aangenamer is in het gebruik dan een gipsverband behoeft geen betoog.

## HOOFDSTUK 4

# Patiënten en methoden

De verrichte studie bestaat uit twee delen.

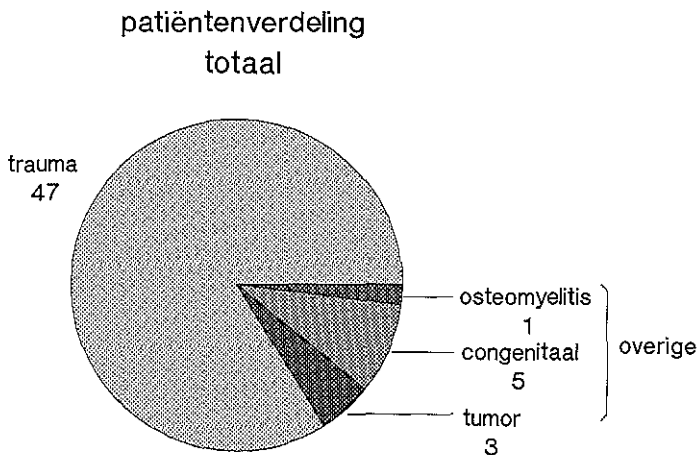
Ten eerste zijn de patiënten onderzocht die werden behandeld met een centrale spongiosaplastiek (CSP). Deze studie is observationeel; dus zonder controlegroep (hoofdstuk 5 en 6).

Ten tweede zijn de gevolgen van een tibiofibulaire synostose voor het talocrurale gewricht geanalyseerd, waarbij de andere enkel als controle fungeerde (hoofdstuk 8).

### 4.1 Patiëntselectie en indeling

Voor onderzoek kwamen alle patiënten in aanmerking die op de afdeling orthopaedie van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam (AZR) een CSP hadden ondergaan.

Zoals in hoofdstuk 1 werd vermeld zijn deze patiënten in twee groepen onderverdeeld (figuur 4.1):



Figuur 4.1

- een ‘traumagroep’, bestaande uit 47 patiënten met een posttraumatische pseudarthrose, waarop het accent van deze studie ligt. De resultaten daarvan worden in hoofdstuk 5 besproken;
- een groep van 9 ‘overige patiënten’, bij wie de CSP om andere redenen dan een posttraumatische pseudarthrose werd uitgevoerd. Indicaties en resultaten bij deze patiënten worden apart in hoofdstuk 6 besproken.

Beide groepen worden nader toegelicht.

#### 4.1.1 Traumagroep

De traumagroep, waarop dit onderzoek betrekking heeft, bestond uit 47 patiënten met 48 pseudarthrosen van de tibiaschacht.

Bij 45 patiënten was de pseudarthrose het gevolg van een fractuur; bij 2 andere betrof het een niet geconsolideerde osteotomie van het onderbeen.

Met nadruk wordt vermeld dat één patiënt aan beide onderbenen een pseudarthrose had. Steeds wordt daarom onderscheid gemaakt tussen *aantal patiënten* (aangeduid met  $n^*$ ) en *aantal onderbenen* (aangeduid met  $n$ ).

Deze 47 patiënten met een posttraumatische pseudarthrose van de tibiaschacht werden in de periode 1969 – medio 1988, ongeacht leeftijd en ziektegeschiedenis, op – in essentie – gelijke wijze behandeld met een CSP<sup>1</sup>.

Een patiënt die zich in een vroeg stadium om onbekende reden aan de nabehandeling had onttrokken en die niet reageerde op een tweemaal herhaalde oproep, werd uitgesloten van de studie hoewel de pseudarthrose geconsolideerd was. Bij drie patiënten met een infect-pseudarthrose consolideerde deze direct na excisie van necrotisch en minder vitaal weefsel. De CSP werd daardoor overbodig. Ook deze patiënten werden uitgesloten van het onderzoek.

De personalia van patiënten die werden geopereerd in de periode tot 1982 waren bekend uit een eerder verricht, minder uitgebreid na-onderzoek. De personalia van patiënten die werden geopereerd in de periode 1982 – medio 1988, werden verkregen door analyse van de operatieverslagen uit deze periode en met behulp van gegevens van de afdeling Medische Registratie van het AZR.

Drieëndertig patiënten uit de ‘traumagroep’ werden opgenomen in het enkel-onderzoek dat (met selectiecriteria) wordt beschreven in hoofdstuk 8.

#### 4.1.2 Overige patiënten

Negen patiënten met een defect in de tibia ten gevolge van andere oorzaken dan een trauma (congenitale pseudarthrose [5×], tumorresectie [3×], en osteomyelitis [1×]), werden op dezelfde wijze als de traumapatiënten met een CSP behandeld. Drie patiënten uit deze groep werden opgenomen in het enkelonderzoek.

<sup>1</sup> Voor de operatietechniek en achtergrond van deze behandeling wordt verwezen naar hoofdstuk 3.



## 4.2 Methoden van onderzoek

Het onderzoek was retrospectief tot de CSP, maar kan vanaf de CSP als prospectief worden beschouwd. Reeds aanwezige bronnen van gegevens waren het patiëntdossier en het röntgenarchief. Op grond van deze gegevens werden de fractuur en pseudarthrose beschreven. Voor het tijdstip van klinische en röntgenologische consolidatie werd het oordeel van de operateur gehanteerd. Daarnaast was sprake van een éénmalig na-onderzoek van de patiënt. Dit na-onderzoek kende drie onderdelen:

- een vraaggesprek en het invullen van een meerkeuze-vragenlijst;
- een lichamelijk onderzoek, toegespitst op de onderste extremiteiten;
- het vervaardigen van gestandaardiseerde röntgenfoto's van beide belaste enkelgewrichten en zonodig van het onderbeen.

De patiënten (bij minderjarigen de ouders) werden schriftelijk over het na-onderzoek geïnformeerd en om hun medewerking werd verzocht. Ongeveer twee weken na het versturen van de informatiebrief werd telefonisch contact opgenomen en een afspraak gemaakt. Het onderzoeksprotocol was tevoren goedgekeurd door de Medisch Ethische Commissie EUR/AZR.

### 4.2.1 Anamnese

De anamnese bestond uit medische vragen over het functioneren van de onderste extremiteiten en uit een interview over de sociale en psychische implicaties van de fractuur- en pseudarthrosebehandeling.

Een gestructureerde vragenlijst met ruimte voor aantekeningen, werd ingevuld tijdens het opnemen van de anamnese en voor registratie van de meetgegevens. Deze is een modificatie van de lijst die Magis (1975) gebruikte. Later werden deze gegevens overgebracht op een gecodeerde computerlijst (zie bijlage 2) en statistisch verwerkt.

De meerkeuze-vragenlijst werd ingevuld door de patiënt, nadat de bedoeling van de vragen door de onderzoeker was uitgelegd en nadat was gecontroleerd of deze was begrepen.

Twee items in de anamnese verdienen nadere toelichting: dat zijn de Karnofsky-index en de vragen over de sociale en psychische gevolgen die achtereenvolgens worden besproken.

#### **Karnofsky-index**

In 1948 publiceerde Karnofsky een 11-punts ordinale schaal (tabel 4.1), die in één getal, dat varieert tussen 0 en 100 (met stappen van 10), de fysieke prestatiemogelijkheden van de patiënt beschrijft (Karnofsky 1948 en 1949). Het doel van deze schaal was uitdrukking te kunnen geven aan een aspect van het leven dat niet door 'objective evidence' zoals fysische en chemische parameters, noch door 'subjective evidence' zoals door de patiënt aangegeven verbetering van stemming, houding tegenover het leven, welzijn, etcetera wordt weergegeven (Karnofsky 1948). Karnofsky reserveerde voor dit aspect de naam 'performance status'.

**Tabel 4.1 De Karnofsky-index**

| Hoofdrubriek                                                                                                                                            | Score | Nevenrubriek                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. In staat tot normale activiteiten en tot werk.<br>Geen speciale verzorging nodig.                                                                    | 100   | Normaal. Geen klachten.<br>Geen tekenen van ziekte.                                             |
|                                                                                                                                                         | 90    | In staat tot normale activiteiten.<br>Minimale symptomen aanwezig.                              |
|                                                                                                                                                         | 80    | Normale bezigheden met moeite.                                                                  |
| B Niet in staat tot werken, kan zichzelf thuis, en bij de meest persoonlijke behoeften, redden.<br>Wel hulp nodig bij verschillende andere zaken.       | 70    | Zorgt voor zichzelf. Niet in staat tot normale activiteiten of tot actief werk.                 |
|                                                                                                                                                         | 60    | Heeft zo nu en dan hulp nodig maar kan grotendeels voor zichzelf zorgen.                        |
|                                                                                                                                                         | 50    | Vraagt om substantiële hulp en heeft frequent medische hulp nodig.                              |
| C Niet in staat voor zichzelf te zorgen. Heeft hulp nodig die vergelijkbaar is met die in een tehuis of ziekenhuis.<br>De ziekte kan snel erger worden. | 40    | Functioneel beperkt, heeft speciale zorg en hulp nodig.                                         |
|                                                                                                                                                         | 30    | Ernstig functioneel beperkt. Ziekenhuisopname is geïndiceerd, zonder onmiddellijk levensgevaar. |
|                                                                                                                                                         | 20    | Ziekenhuisopname noodzakelijk, ernstig ziek, actieve behandeling noodzakelijk.                  |
|                                                                                                                                                         | 10    | Terminaal stadium.                                                                              |
|                                                                                                                                                         | 0     | Dood.                                                                                           |

Omdat de orthopaedie met name tracht het fysieke functioneren en de kwaliteit van leven te verbeteren, leek deze Karnofsky-index bij dit onderzoek goed toepasbaar. De pijlers waarop deze index rust zijn namelijk vooral fysieke functies. Hoewel Hutchinson (1979) bij het gebruik van deze schaal een grote variabiliteit tussen verschillende onderzoekers constateerde, wordt dit instrument, vooral bij de evaluatie van kankertherapieën, zeer frequent gebruikt (Grieco 1984). Bovendien speelt bij het onderhavige onderzoek (één onderzoeker) de 'inter-observer' variabiliteit geen rol. Bonsel e.a. (1988) kwamen na uitgebreide literatuurstudie en op grond van eigen ervaring tot de conclusie dat de betrouwbaarheid en validiteit van de Karnofsky-index voldoende zijn. Enigszins misleidend bij de Karnofsky-index is dat de ordinale schaal een indeling heeft van 0 tot 100 waarmee een intervallschaal wordt gesuggereerd. Terecht wijst Van der Meer (1988) erop dat rekenkundige bewerkingen bij een ordinale schaal niet zondermeer toepasbaar zijn zoals dat bij een intervallschaal wél het geval is. Eenvoudig gezegd: een stap van bijvoorbeeld 40 naar 60 mag niet gelijk worden gesteld aan een stap van 80 naar 100. De gemiddelde score in een bepaalde periode moet daarom gezien worden als een globale indicatie.

De Karnofsky-score werd door de patiënt aangegeven voor de volgende perioden:

- de periode vóór het ongeval;
- de periode met pseudarthrose;
- de periode na consolidatie van de pseudarthrose.

### **Sociale en psychische implicaties**

De negatieve gevolgen van een pseudarthrose van de tibia op sociale en psychische factoren, werden gemeten met een meerkeuze-vragenlijst met een 5-punts ordinale schaal (bijlage 2).

Het positieve effect van de CSP op deze factoren, werd met dezelfde meerkeuze-vragenlijst bepaald. De theoretische mogelijkheid van een positief effect van de pseudarthrose en een negatief effect van consolidatie kon apart worden gecodeerd, maar kwam niet voor.

## **4.2.2 Fysisch-diagnostisch onderzoek**

### **Looppatroon**

Het looppatroon werd beoordeeld tijdens het dragen van het gebruikelijke schoeisel, eventueel aangepast met zool/hak-verhoging.

### **Beenlengte**

De lengte van de onderbenen werd bepaald door beiderzijds de afstand tussen de mediale gewrichtsspleet van de knie en de onderzijde van de mediale malleolus te meten.

### **Gewrichtsfunctie**

De functie van heupen en knieën werd op gebruikelijke wijze onderzocht.

Maximale dorsaalflexie van het talocrurale gewricht werd in staande houding vastgesteld door met een goniometer de hoek te meten tussen fibula en een loodlijn op het vloeroppervlak tijdens belasting van de enkel en met gebogen knie.

Maximale plantairflexie werd op vergelijkbare wijze bepaald zij het zonder belasting daar dit in deze positie onmogelijk is.

De mobiliteit van het subtalare gewricht werd onderzocht in liggende houding. De beweeglijkheid van dit gewricht laat zich niet nauwkeurig in graden uitdrukken. Gekozen werd voor de globale indeling: normaal beweeglijk, beperkt beweeglijk en stijf. Steeds werden rechts en links vergeleken. Indien beide onderbenen waren beschadigd was een vergelijking niet mogelijk maar de functiebeperking was in deze gevallen evident.

### **Spieren en zenuwen**

Atrofie van het bovenbeen werd in liggende positie bepaald door de omtrek te meten op 20 cm boven de gewrichtsspleet van de knie en deze te vergelijken met het andere been.

De omvang van het onderbeen werd gemeten op de plaats met de grootste omtrek. De functie van de individuele spieren en van spiergroepen in het onderbeen werd beoordeeld. Een stoornis werd gedefinieerd als het gestoord zijn of volledig ontbreken van functie.

De sensibele functie van de verschillende zenuwen is beoordeeld door de tastzin te controleren van: de voetrug (N. peroneus superficialis), de ruimte tussen 1° en 2° teen (N. peroneus profundus) en de voetzool (N. tibialis).

### **Arteriële circulatie**

De arteriële circulatie in het onderbeen werd beoordeeld door palpatie van de A. tibialis posterior en van de A. dorsalis pedis.

### **Cosmetisch aspect**

Het oordeel over het cosmetisch aspect van het onderbeen is dat van de onderzoeker. Gelet werd op littekens en pigmentaties, misvorming, veneuze stuwning en oedeem.

## **4.2.3 Röntgenonderzoek**

### **Röntgenonderzoek onderbeen (archief)**

Onderscheid werd gemaakt tussen de volgende fractuurtypen: dwars, kort-schuin, lang-schuin/spiraal, comminutief en segment. Wat betreft de localisatie werd de indeling proximale 1/3 deel, middelste 1/3 deel, distale 1/3 deel en verschillende niveaus gebruikt. De grenzen werden bepaald door de lengte van de tibia in drie gelijke stukken te verdelen. Fracturen op de grens werden gerekend tot het middelste 1/3 deel.

Onder de initiële dislocatie werd de dislocatie verstaan die de eerst gemaakte röntgenfoto liet zien, tenzij een duidelijke discrepantie bestond met de anamnese. Het röntgenbeeld is uiteraard misleidend wanneer een volledig gedислоceerde fractuur reeds ter plaatse van het ongeval werd gereponeerd.

De pseudarthrosen werden ingedeeld in atrofisch, hypertrofisch en defect.

### **Röntgenonderzoek onderbeen (na-onderzoek)**

Tenzij recente röntgenfoto's beschikbaar waren, werden röntgenfoto's van het onderbeen gemaakt in voor-achterwaartse, in laterale en in voor-achterwaartse projectie met het been in 45° endorotatie. In 45° endorotatie projecteert de ruimte tussen tibia en fibula zich maximaal. Deze endorotatie opname is noodzakelijk om de tibiofibulaire gewrichten en de door de CSP veroorzaakte synostose, goed af te beelden.

De lengte van tibia en synostose, het type consolidatie en de afstand tussen de ondergrens van de synostose en het talocrurale gewricht werden op deze foto's gemeten. Aangezien niet de absolute grootte maar de verhoudingen van belang zijn is de vergrotingsfactor buiten beschouwing gelaten.

Afwijkingen van de asstand in het frontale en sagittale vlak werden op respectievelijk de voor-achterwaartse en op de zijdelingse opname gemeten.

### **Röntgenonderzoek talocrurale gewricht**

Aangezien beoogd werd tot een kwantitatief oordeel te komen omtrent de mate van arthrosis deformans van het enkelgewricht, werd röntgenonderzoek op gestandaardiseerde wijze verricht.

Voor het maken van gestandaardiseerde opnames van het belaste talocrurale gewricht werd een statief vervaardigd (afb. 4.1) waar een elektronische weeg-

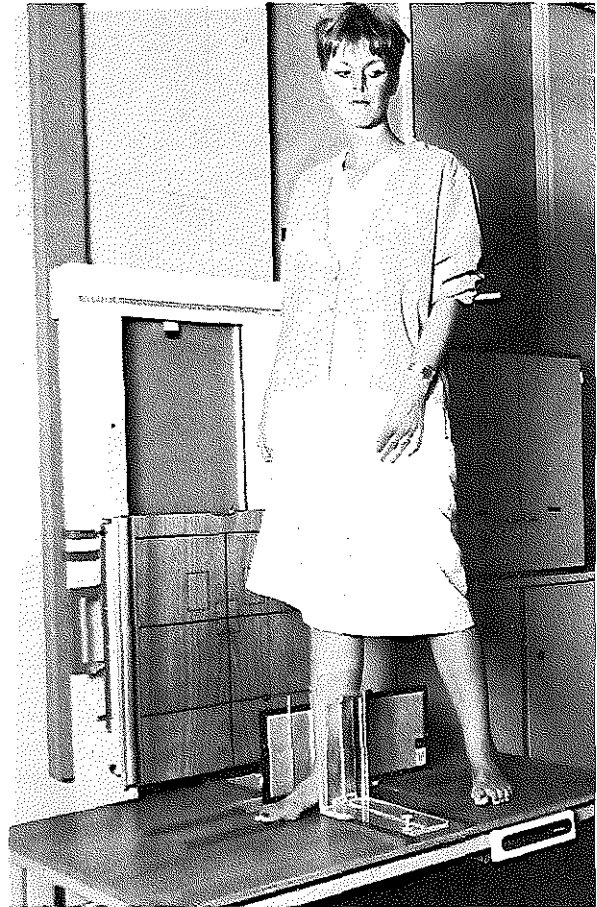
schaal werd ingebouwd om de belasting te kunnen meten. Deze weegschaal vervormt praktisch niet bij belasting. Door markeringslijnen op het statief was de voet in de gewenste positie te plaatsen. Van beide enkels werden opnames gemaakt in twee richtingen.

Bij de zijdelingse opname werd de laterale voetrand evenwijdig aan de röntgen-cassette geplaatst.

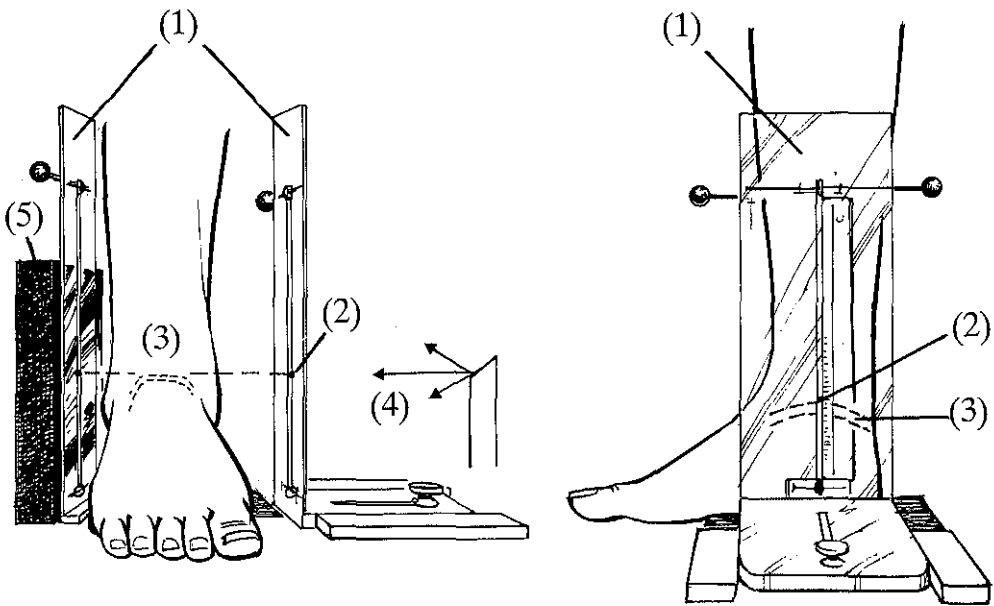
Bij de voor-achterwaartse opname werd de voet in  $15^\circ$  endorotatie geplaatst. Het frontale vlak door het tibiotalare gewricht is in  $15-20^\circ$  exorotatie georiënteerd ten opzichte van het frontale vlak door het kniegewricht. Om een werkelijk voor-achterwaartse opname te maken van het tibiotalare gewricht moet de transmalleolaire as evenwijdig zijn aan de röntgenplaat hetgeen overeenkomt met ongeveer  $15^\circ$  endorotatie van de enkel. Deze positie, ook wel de 'mortise view' genoemd, maakt dat de gewrichtsspleten tussen malleoli en talus goed worden afgebeeld (Bolin 1961, Goergen e.a. 1977).

Tussen de enkel en de röntgencassette bevond zich een doorzichtige perspexplaat met in het centrum een loodkorrel die in verticale richting verstelbaar was. De ingestelde hoogte was af te lezen op een schaalverdeling. Direct vóór de enkel bevond zich eenzelfde plaat die bovendien over de tafel tegen de enkel kon worden aangeschoven (figuur 4.2). De gehele tafel werd steeds in dezelfde positie geplaatst ten opzichte van de röntgenbuis. De film-focus afstand bedroeg 200 cm. De foto's werden vervaardigd met een instelling van 65 kV en 8 mAS.

Procedure: De hoogte van de talocrurale gewrichtsspleet werd door palpatie bepaald. De beide loodkorrels in de perspexplaten werden op deze hoogte ingesteld en de röntgenbuis werd op de loodkorrels gecentreerd. De enkel werd in de gewenste positie tussen de perspexplaten geplaatst waarna de voorste plaat



Afb. 4.1 Opstelling voor het vervaardigen van gerichte röntgenfoto's van het talocrurale gewricht. De proefpersoon staat op de statieftafel en belast het rechter been met het lichaamsgewicht. (publikatie foto met toestemming van proefpersoon)

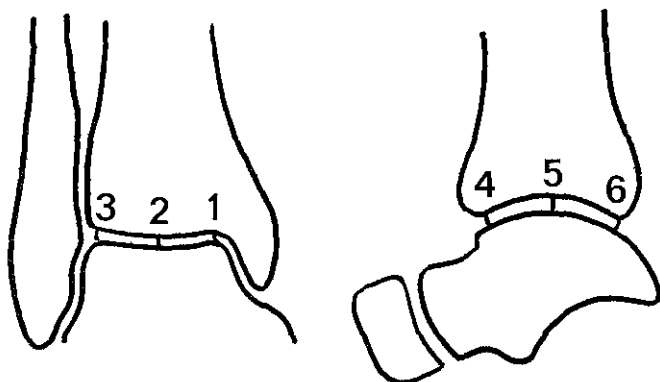


Figuur 4.2 Detail-tekening van het statief

- A. Vooraanzien van de laterale opname. Mediaal en lateraal van de enkel staat een perspexplaat (1). Deze platen hebben ieder een verticale gleuf met een in hoogte verstelbare loodkorrel (2). Beide loodkorrels worden ingesteld op de hoogte van de talocrurale gewrichtsspleet (3). De centrale röntgenstraal (4) wordt gecentreerd op de loodkorrels. De laterale voetrand is parallel aan de röntgencassette (5).
- B. Zijanzien van de laterale opname.

zover als mogelijk werd aangeschoven. De opname werd gemaakt nadat aan de patiënt was gevraagd de enkel volledig (lichaamsgewicht) te belasten. Op deze wijze werd beoogd een reproduceerbare foto te vervaardigen waarbij de centrale straal exact gericht was op het belaste talocrurale gewricht en horizontaal verliep. De loodkorrels projecteren zich dan over elkaar ter hoogte van de gewrichtsspleet.

De basale afwijking bij arthrose is kraakbeenverlies. De dikte van het kraakbeen werd bepaald door de breedte van de gewrichtsspleet op 6 standaardposities te meten (figuur 4.3). De afstand tussen de grens met het subchondrale bot werd gemeten met een röntgenloupe (Peak anastigmat lupe 4×) met een schaalverdeling in tienden van millimeters. Tevens werd gekeken naar misvorming van en osteophytenvorming aan tibia, fibula en talus en naar subchondrale sclerose, cystevorming en osteoporose.



Figuur 4.3 De zes meetposities van de talocrurale gewrichtsspleet

#### 4.2.4 Statistische methoden

De verdelingskarakteristieken van een meting worden als gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie (minimum; mediaan; maximum) weergegeven.

Onder de mediaan verstaat men in de statistiek het middelste getal van een verzameling van naar grootte gerangschikte getallen (indien het aantal getallen oneven is) respectievelijk de halve som van de twee middelste waarden (bij een even getal). De mediaan bezit, in vergelijking met het rekenkundig gemiddelde, het voordeel ongevoelig te zijn voor extreem hoge of extreem lage waarden.

De te hanteren statistische toetsingsmethode werd bepaald door de aard en de verdeling van de aan elkaar te relateren variabelen.

Indien een duidelijke scheefheid in de verdeling bestond werden niet-parametrische toetsen gebruikt. Een verband tussen een kwantitatieve (continue) variabele enerzijds en een nominale variabele anderzijds werd getoetst met de Kruskal-Wallis toets. Wanneer de nominale variabele twee categorieën representeert, reduceert de Kruskal-Wallis toets tot de Mann-Whitney toets.

Een verschil tussen gepaarde waarnemingen van een kwantitatieve (continue) variabele werd getoetst met de Wilcoxon rang-teken toets. Een verband tussen twee variabelen die beide minstens op een ordinale schaal zijn gemeten, wordt weergegeven door de Spearman rangcorrelatie coëfficiënt, aangeduid met  $r_s$ , die tevens als toetsgrootte fungeerde voor de nulhypothese.

Een verband tussen één zogenaamde afhankelijke variabele enerzijds en een aantal zogenaamde onafhankelijke variabelen tezamen, anderzijds, werd indien de afhankelijke variabele kwantitatief was, door middel van lineaire regressie-analyse geanalyseerd.

Als drempel voor significantie werd 5% gehanteerd.





# Resultaten van onderzoek

Resultaten die in dit hoofdstuk worden gepresenteerd hebben betrekking op 47 patiënten met een posttraumatische pseudarthrose. Achtereenvolgens worden beschreven:

- respons;
- patiëntkarakteristieken;
- resultaten en complicaties van de centrale spongiosaplastiek (CSP);
- resultaten bij na-onderzoek;
- Karnofsky-score;
- sociale en psychische implicaties.

### 5.1 Respons

Drieënveertig patiënten (44 onderbenen) waren beschikbaar voor na-onderzoek. Drie patiënten waren inmiddels overleden. Tweemaal was er geen verband tussen de doodsoorzaak en de aandoening van het onderbeen en was de pseudarthrose geconsolideerd op het moment van overlijden.

Echter, bij de derde patiënt bestond er mogelijk wél verband: een op dat moment 33-jarige vrouw kreeg in 1967 een fractuur van het rechter onderbeen die resulteerde in een infect-pseudarthrose. Bij de behandeling werd uit de linker (gezonde) tibia een spaan genomen. Het linker onderbeen brak, de fractuur infecteerde en consolideerde pas na lange tijd. Eind 1971 werd rechts een CSP uitgevoerd. Veertien maanden na deze operatie heeft patiënte zich gesuïcideerd. De pseudarthrose was op dat moment verend vast en met steun van een pseudarthrosekoker was het been goed belastbaar. De gegevens van deze 3 patiënten, die goed waren opgetekend, zijn in deze studie opgenomen.

Eén patiënt was verwezen uit Curaçao, waar hij woonde. Drie maanden na de CSP, op een moment dat de pseudarthrose duidelijke tekenen van consolidatie toonde, is patiënt teruggekeerd naar huis. Via de verwijzend orthopaed ter plaatse, die de verdere begeleiding overnam, bleven wij op de hoogte van het beloop.

Dat wil zeggen dat alle patiënten, die daarvoor in de gelegenheid waren, gevolg hebben gegeven aan het verzoek mee te werken aan het na-onderzoek.

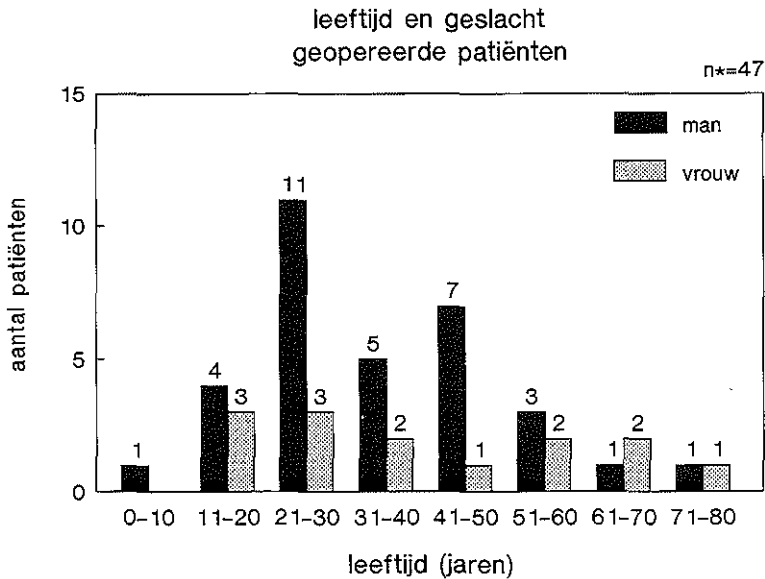
Niet in alle gevallen waren de data compleet aangezien 94% van de patiënten van elders verwezen was.

Het *aantal patiënten* ( $n^*$ ) of het *aantal benen* ( $n$ ) (waarbij  $n=n^*+1$ ) op wie of waarop de gegevens betrekking hebben wordt daarom steeds vermeld.

## 5.2 Patiëntkarakteristieken

### Leeftijds- en geslachtsverdeling

De traumagroep bestaat uit 33 mannen (70%) en 14 vrouwen (30%). De gemiddelde leeftijd ten tijde van de CSP bedroeg 36 jaar met een spreiding van 6 tot 75 jaar. De leeftijds- en geslachtsverdeling is in beeld gebracht in figuur 5.1.

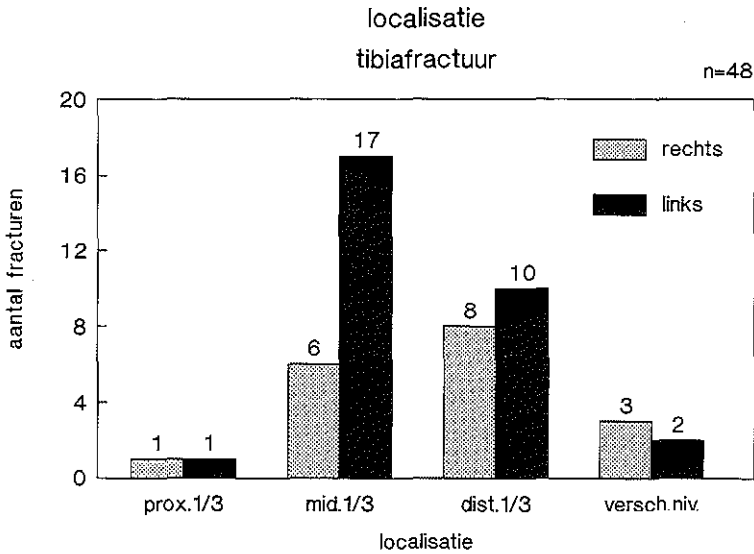


Figuur 5.1

### Rechts/links-verdeling en fractuurlocalisatie

De fractuur was 18 maal rechts en 30 maal links gelocaliseerd. De hoogtelocalisatie wordt weergegeven in figuur 5.2.

De verdeling van de pseudarthrosen is identiek aan die van de fracturen. Bij een fractuur op meerdere niveaus ontstaat de pseudarthrose als regel ter hoogte van de distale fractuur.

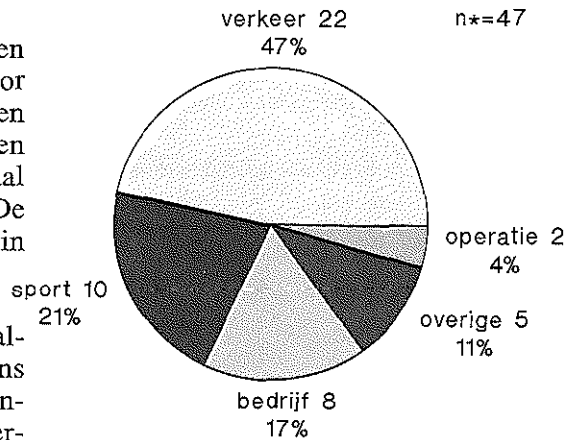


Figuur 5.2

### Oorzaak trauma

De fractuur ontstond bij 22 patiënten door een verkeersongeval, bij 10 door een sportongeval en bij 8 door een bedrijfsongeval. Vijf maal was er een andere ongevalsoorzaak en twee maal betrof het trauma een operatie. De genoemde getallen zijn weergegeven in figuur 5.3.

Als sportongeval werden alle ongevallen geboekt waarbij de fractuur tijdens sportbeoefening was ontstaan. Alle ongelukken van verkeersdeelnemers werden als verkeersongeval geclassificeerd, ook wanneer aan het verkeer werd deelgenomen in het kader van de beroepsuitoefening. De ongelukken die ontstonden tijdens uitoefening van het beroep, werden als bedrijfsongeval geboekt (Vermeer 1985, criteria GAK).



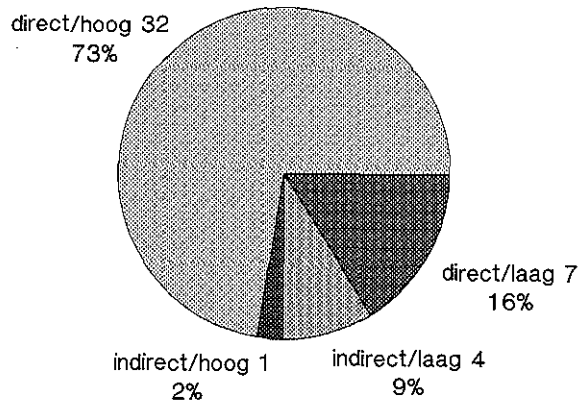
Figuur 5.3

## Aard van het trauma

De ernst en richting van het inwerkende geweld dat het onderbeenletsel teweeg brengt vormen een belangrijke prognostische parameter voor de fractuurgenezing. Direct en met hoge intensiteit inwerkend geweld is geassocieerd met een grote kans op de vorming van een pseudarthrose (zie hoofdstuk 2). Een direct hoog-energetisch trauma lag aan 73% van de fracturen ten grondslag zoals in figuur 5.4 wordt geïllustreerd.

## aard trauma

n=44



Figuur 5.4

## Fractuurkarakteristieken

Van 44 onderbenen (94%) waren tibia en fibula beide gefractureerd (crurisfractuur). Driemaal (6%) bestond een geïsoleerde tibiafractuur. Zevenentwintig fracturen (56%) waren gecompliceerd. De gecompliceerde fracturen werden geïnclassificeerd volgens de indeling van Gustilo (1984). Deze veel gebruikte indeling wordt beschreven in bijlage 3. De subclassificatie van graad-III gecompliceerde fracturen was 11 maal niet nader te omschrijven. Deze vallen in groep 3 NNO. Tabel 5.1 toont de verschillende karakteristieken.

Tabel 5.1 Fractuurkarakteristieken

| Fractuur                  | aantal                                  | % <sup>a</sup> |    |
|---------------------------|-----------------------------------------|----------------|----|
| <i>Type</i> (n=43)        | Dwars                                   | 4              | 9  |
|                           | Kort-schuin                             | 8              | 19 |
|                           | Lang-schuin/spiraal                     | 6              | 14 |
|                           | Comminutief                             | 20             | 47 |
|                           | Segment                                 | 5              | 12 |
| <i>Dislocatie</i> (n=37)  | Geen dislocatie                         | 1              | 3  |
|                           | Disl. $\leq \frac{1}{2}$ schachtbreedte | 6              | 16 |
|                           | Disl. $> \frac{1}{2}$ schachtbreedte    | 7              | 19 |
|                           | Volledige dislocatie                    | 23             | 62 |
| <i>Complicatie</i> (n=47) | Geen                                    | 20             | 43 |
|                           | Graad-I                                 | 1              | 2  |
|                           | Graad-II                                | 2              | 4  |
|                           | Graad-IIIA                              | 1              | 2  |
|                           | Graad-IIIB                              | 11             | 23 |
|                           | Graad-IIIC                              | 1              | 2  |
|                           | Graad-III NNO                           | 11             | 23 |

<sup>a</sup> Terwille van de overzichtelijkheid zijn de percentages in dit proefschrift afgerond op gehele getallen. Daardoor kan de som iets afwijken van 100.

## Nevenletsels

Aangenomen wordt dat er geen nevenletsels zijn geweest wanneer deze niet in de correspondentie zijn vermeld en indien de patiënt zich hierover niets herinnert. Met het begrip 'multi-traumatisé' wordt hier bedoeld dat er naast de onderbeenfractuur letsels waren die de duur van de opname en/of de mobiliteit van de patiënt in belangrijke mate hebben beïnvloed. Het politraumabegrip werd meestal overgenomen van de primaire behandelaar. De 'Injury Severity Score' (Baker 1984), die een maat vormt voor de ernst van de gecombineerde letsels, is retrospectief niet betrouwbaar toe te passen.

De nevenletsels worden beschreven in tabel 5.2. Combinaties van nevenletsels zijn mogelijk waardoor de som van de percentages geen 100 hoeft te zijn.

**Tabel 5.2 Beschrijving van de nevenletsels die zijn ontstaan tijdens het primaire ongeval**

| Nevenletsel (n=47)                        | aantal | %  |
|-------------------------------------------|--------|----|
| Ipsilaterale femurschacht-/condylfractuur | 5      | 11 |
| Ipsilaterale enkelfractuur <sup>a</sup>   | 3      | 7  |
| Ipsilaterale voet(wortel)-fractuur        | 1      | 2  |
| Belangrijk vaatletsel onderbeen           | 1      | 2  |
| Belangrijk spier-/peesletsel onderbeen    | 8      | 17 |
| Perifeer zenuwletsel onderbeen            | 3      | 7  |
| Centraal zenuwletsel                      | 6      | 13 |
| Letsel contralaterale been                | 6      | 13 |
| Letsel contralaterale enkel               | 1      | 2  |
| Multi-traumatisé                          | 8      | 17 |

<sup>a</sup> Bovendien liep 1 tibiafractuur door tot in het talocrurale gewricht.

## Primaire behandeling

De primaire behandeling van de fractuur is gedefinieerd als de definitieve behandeling die in de eerste dagen na het trauma is toegepast. Wanneer een patiënt met een onderbeenfractuur bijvoorbeeld op de avond van opname een gipsspalk krijgt om de daaropvolgende dag een plaatosteosynthese te ondergaan, is de primaire behandeling als plaatosteosynthese geclassificeerd. Drieënveertig patiënten (91%) werden primair behandeld in een ziekenhuis elders. De verwijzing geschiedde niet altijd direct naar de orthopaedische afdeling, maar kwam soms tot stand via behandeling op een andere afdeling van het AZR (veelal plastische chirurgie).

Vier patiënten (9%) werden van meet af aan in het AZR behandeld van wie 3 op de afdeling orthopaëdie.

De primaire behandeling werd bij 31 patiënten (67%) uitgevoerd door een algemeen chirurg, bij 13 (28%) door een orthopaedisch chirurg en bij 2 (4%) was sprake van een gezamenlijke behandeling.

Tabel 5.3 geeft een overzicht van de primair toegepaste behandelingen. Een aantal hiervan heeft betrekking op de weke-delen.

**Tabel 5.3 Primaire behandeling van het onderbeenletsel**

| Behandelingswijze (n=47)           | aantal | %  |
|------------------------------------|--------|----|
| <i>Bot</i>                         |        |    |
| Gips                               | 14     | 30 |
| Draadextensie                      | 10     | 21 |
| Externe fixatie                    | 11     | 23 |
| Schroefosteosynthese               | 5      | 11 |
| Plaatosteosynthese                 | 20     | 43 |
| Intramedullaire fixatie            | 2      | 4  |
| Cerclage                           | 3      | 6  |
| Bottransplantaat                   | 4      | 9  |
| <i>Weke delen</i>                  |        |    |
| Wondtoilet                         | 11     | 26 |
| Weke-delenplastiek                 | 3      | 6  |
| Vaatplastiek A. tibialis posterior | 1      | 2  |

**Vervolgbehandeling(en)**

Vervolgbehandelingen zijn gedefinieerd als die behandelingen die zijn toegepast na de primaire behandeling op het moment dat er een duidelijke wijziging plaatsvond in het behandelplan. De vervolgbehandelingen worden weergegeven in tabel 5.4. Eventuele vervolgbehandelingen op de afdeling orthopaedie van het AZR zijn in dit overzicht niet opgenomen maar worden apart vermeld.

**Tabel 5.4 Vervolgbehandelingen toegepast na een duidelijke wijziging van het primaire behandelplan en exclusief de behandeling(en) op de afdeling orthopaedie-AZR**

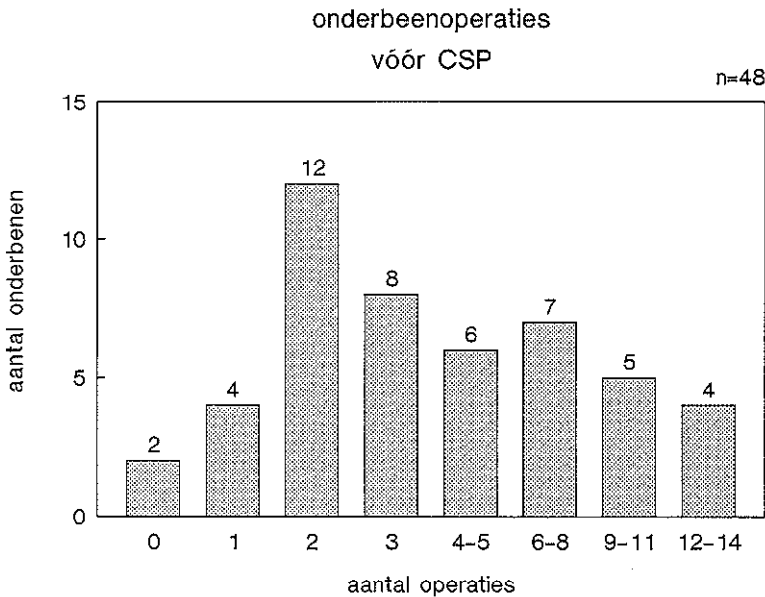
| Behandelingswijze                  | aantal | %  | n  |
|------------------------------------|--------|----|----|
| Gips                               | 31     | 71 | 44 |
| Draadextensie                      | 1      | 2  | 47 |
| Externe fixatie                    | 13     | 28 | 47 |
| Schroefosteosynthese               | 2      | 4  | 47 |
| Plaatosteosynthese                 | 6      | 13 | 47 |
| Intramedullaire fixatie            | -      | -  | 47 |
| Cerclage                           | -      | -  | 47 |
| Necrotomie/wondtoilet              | 24     | 51 | 47 |
| Weke-delenplastiek                 | 15     | 32 | 47 |
| Bottransplantaat                   | 17     | 35 | 48 |
| Verwijderen osteosynthesemateriaal | 32     | 68 | 47 |
| Fibula-osteotomie                  | 6      | 13 | 47 |
| Brace                              | 10     | 21 | 48 |
| Electrostimulatie                  | -      | -  | 47 |
| Andere methoden                    | 15     | 31 | 48 |

Ruim een kwart van de verwezen patiënten had een fistelende osteomyelitis bij het eerste consult.

Nadat tot de CSP was besloten, werd op de afdeling orthopaedie van het AZR eerst bij 8 onderbenen (17%) osteosynthese-materiaal verwijderd, bij 11 onderbenen (23%) necrotomie verricht en bij 1 onderbeen (2%) een huidtransplantatie uitgevoerd.

Het aantal operaties vóór de CSP aan 47 onderbenen bedroeg daarmee gemiddeld  $4,7 \pm 3,7$  (min.=0; med.=3; max.=14).

Als criterium voor operatie is een ingreep onder algehele narcose of onder regionale analgesie gehanteerd. Het verwijderen van bijvoorbeeld een Steinmannpen is dus niet meegerekend. Het grote aantal operaties blijkt duidelijk uit figuur 5.5.



Figuur 5.5

Het aantal ziekenhuisverpleegdagen vóór de CSP bedroeg gemiddeld  $144 \pm 166$  (min.=0; med.=70; max.=750) bij 45 patiënten. Casus 23 (zie pagina 84) is bij het berekenen van het aantal verpleegdagen en de diverse perioden buiten beschouwing gelaten, aangezien het een niet representatieve ziektegeschiedenis betreft. Zeventien patiënten (38%) hadden elders het advies gekregen hun onderbeen te laten amputeren aangezien de pseudarthrose als onbehandelbaar werd beschouwd.

## Status onderbenen direct vóór CSP

### Typering pseudarthrose

Het tijdsbestek tussen ongeval en CSP bedroeg gemiddeld 2,4  $\pm$  2,4 jaar (min.=0,4; med.=1,5; max.=13).

Bij de drie patiënten die primair op de afdeling orthopaedie AZR werden behandeld, werd de CSP in een eerder stadium, respectievelijk 5-, 11- en 14 maanden na het ongeval, uitgevoerd.

Op grond van de röntgenfoto werd onderscheid gemaakt tussen atrofische-, hypertrofische- en defect-pseudarthrosen waarvan de verdeling is weergegeven in tabel 5.5.

**Tabel 5.5** Verdeling van de verschillende typen pseudarthrosen van de tibia

| Type (n=48)           | aantal | %  |
|-----------------------|--------|----|
| Atrofisch             | 8      | 17 |
| Hypertrofisch         | 18     | 38 |
| Defect                | 17     | 35 |
| Niet classificeerbaar | 5      | 10 |

### Fibula

De fibula was niet geconsolideerd in 18 onderbenen (42%). Bij 25 onderbenen (58%) was de fibula primair intact (3 $\times$ ) of reeds geconsolideerd (22 $\times$ ).

### Defect en infect

Factoren die het genezingsproces van een crurisfractuur ernstig kunnen verstoren, zijn een botdefect, een infectie en een combinatie van beide.

### Botdefect

Een botdefect is gedefinieerd als het ontbreken van botcontact tussen het proximale en distale tibiafragment over een afstand groter dan 0,5 cm. In de groep met een defect-pseudarthrose (n=17) bedroeg de grootte van het defect gemiddeld 5,3  $\pm$  5,2 cm (min.=1; med.=3; max.=20) bij 15 onderbenen. Bij 2 was de exacte grootte van het botdefect onbekend.

### Infectie

Infectie was bij 34 onderbenen (70%) aanwezig of aanwezig geweest gedurende de primaire- en/of vervolghandeling. Meestal komt zo'n infectie neer op een osteomyelitis rond de plaats van de fractuur met infectie van de omgevende wekdelen.

Op het moment van de CSP bestond er bij één patiënt een (gering) infect van een pengat van een calcaneussnaar en bij een andere patiënt een wond aan het onderbeen zonder aanwijzingen voor diepe infectie.

De enige patiënt met een fistelende osteomyelitis op het moment van de CSP, was ook de enige die zijn onderbeen uiteindelijk moest missen.



## **Combinatie defect en infectie**

Bij 14 onderbenen (30%) was er èn diepe infectie (geweest) èn een botdefect.

### **Overige kenmerken**

De verkorting was bekend van 36 onderbenen en bedroeg gemiddeld  $1,5 \pm 1,9$  cm (min.=0; med.=1; max.=10).

Van een gefixeerde as-deviatie kan alleen worden gesproken wanneer de pseudarthrose stabiel is. Bij een mobiele defect-pseudarthrose is hiervan geen sprake.

De afwijkingen in asstand op het moment van de CSP waren als volgt:

- 8 onderbenen hadden een varusstand van gemiddeld  $10,5 \pm 6^\circ$  (min.=4; med.=9; max.=22);
- 5 onderbenen hadden een valgusstand van gemiddeld  $6 \pm 2,5^\circ$  (min.=4; med.=6; max.=10);
- de antecurvatie bedroeg bij 3 onderbenen respectievelijk  $7^\circ$ ,  $8^\circ$  en  $12^\circ$ ;
- 7 onderbenen hadden een recurvatie van gemiddeld  $9,6 \pm 3^\circ$  (min.=6; med.=10; max.=15).

De rotatiestand werd maar zelden vermeld in het dossier en vermoedelijk is er sprake van onderrapportage. Rotatie-afwijkingen laten zich bovendien niet goed op een röntgenfoto aflezen. Latere afwijkingen in de rotatiestand kunnen echter alleen bij de mobiele pseudarthrosen zijn ontstaan aangezien de pseudarthrose bij de operatie niet wordt losgeprepareerd.

Aangezien veel benen tot kort voor de CSP in gips waren geïmmobiliseerd valt over de functie van knie en enkel in de uitgangssituatie vóór CSP geen uitspraak te doen. Pas op het moment van na-onderzoek, wanneer deze gewrichten de tijd hebben gekregen van de vaak langdurige immobilisatie te herstellen, mag over de functie worden geoordeeld. Wel kan worden gezegd dat de kniefunctie 28 maal onbeperkt of licht beperkt (bewegingsbeperking  $\leq 30^\circ$ ) was. Perifeer zenuwletsel bestond in 6 onderbenen (15%). De arteriële circulatie was in 2 onderbenen (5%) gestoord.

## **5.3 De centrale spongiosaplastiek; resultaten en complicaties**

### **Operatiegegevens**

De duur van de operatie, inclusief het werven van corticospongieus bot uit de crista iliaca, bedroeg gemiddeld 125 minuten (tabel 5.6).

Bloedlegte werd gebruikt bij 46 operaties. Tweemaal werd hiervan afgezien met het oog op de reeds marginale bloedvoorziening van het been. Het totale bloedverlies (been + bekken) bedroeg gemiddeld bijna 1 liter (tabel 5.6).

Bij 35 operaties (76%) werd geen antibioticum toegediend. Preventief werd aan 6 patiënten (13%) een breedspectrum antibioticum toegediend en aan 5 patiënten (11%) werd, op basis van een eerder verkregen kweek, perioperatief een antibioticum toegediend.

Postoperatief werd 32 maal (67%) een gepolsterd bovenbeengips en 14 maal (29%) een onderbeengips aangelegd dat aansluitend over de volle lengte werd gekleefd. Tweemaal was de pseudarthrose zo stabiel dat kon worden volstaan met een drukverband.

**Tabel 5.6 Operatiegegevens**

| Variabele                | gem. | min. | med. | max. | n               |
|--------------------------|------|------|------|------|-----------------|
| Operatieduur (min.)      | 125  | 75   | 120  | 200  | 44              |
| Bloedverlies OK (ml)     | 570  | 200  | 500  | 2000 | 44              |
| Bloedverlies drains (ml) | 460  | 40   | 460  | 1185 | 38 <sup>a</sup> |
| Bloedverlies totaal (ml) | 970  | 290  | 900  | 1685 | 37 <sup>a</sup> |

<sup>a</sup> Van 6 patiënten was het bloedverlies in de drains niet genoteerd.

### Operatieve bijzonderheden

De operatie werd 36 maal (75%) op gestandaardiseerde wijze uitgevoerd zoals beschreven in hoofdstuk 3. Bij 12 operaties werd van de standaard afgeweken. De volgende bijzonderheden zijn vermeldenswaard:

- een arthrodese van het proximale tibiofibulaire gewricht werd uitgevoerd bij 2 benen met een proximale gelocaliseerde pseudarthrose. De arthrodesevlakken werden met een spongiosaschroef gefixeerd;
- een pseudarthrose van de fibula werd 2 maal met een Rushpen en 1 maal met een schroef gefixeerd;
- een been met een ruim 10 cm lang defect in de tibia, werd behandeld door het been 5 cm te verkorten. Het resterende defect van 5 cm werd overbrugd. Het betrof één van de eerste patiënten uit de serie. Thans zou worden getracht een dergelijk defect in het geheel te overbruggen zonder het been te verkorten;
- defecten met een lengte van 11 en 20 cm in beide tibiae van één patiënt, werden overbrugd met autologe corticalisspanen uit het femur;
- driemaal werd gelijktijdig met de CSP osteosynthesemateriaal verwijderd. Een AO-mergpen brak af bij een poging om deze te verwijderen. Het distale deel van de pen werd in situ gelaten;
- de achillespees werd verlengd bij een patiënt met een spitsvoet.

### Peroperatieve complicaties

- Tijdens de operatie ontstond bij één patiënt een laesie van de N. peroneus profundus die in een definitieve klapvoet resulteerde;
- éénmaal bleek postoperatief een partiële functiestoornis van de N. peroneus profundus te bestaan, die spontaan geheel herstelde;
- een accidentele laesie van de A. tibialis anterior werd overhecht.

### Postoperatieve complicaties

- Bij één patiënt ontstond een totale uitval van de N. peroneus profundus op de dag na operatie. Omdat gedacht werd aan een loge-syndroom werd het operatiegebied gereëxploreerd en werd fasciotomie van de anticusloge verricht. De diepe fascie van het onderbeen was na de CSP ten onrechte grotendeels gesloten. De spieren hadden een normale kleur. De motorische functie herstelde zich goeddeels maar een doof gevoel tussen eerste en tweede teen bleef bestaan;

- een bloeding in het wondgebied van het onderbeen ontstond bij een patiënt (casus 1 pagina 74) die kort na operatie, in een periode van verwardheid, uit bed stapte. Bovendien was de antistolling op dat moment doorgesloten. Een groot haematoom werd ontlast waarna de wond per primam genas;
- een longembolie, die werd bevestigd met een ventilatie-perfusie scan, ontstond  $\pm$  6 weken na operatie bij een patiënt die op dat moment nog Sintrom-mitis gebruikte, maar onvoldoende was ingesteld. Het beloop was voorspoedig. Manifeste trombose van het been was nooit geconstateerd;
- een twaalfjarige jongen aspireerde tijdens wisselen van het gips onder narcose. Hij had zijn ontembare eetlust niet kunnen bedwingen en in de uren voor operatie een zak drop leeggegeten. Narcose was noodzakelijk gezien de panische angst die hij voor medische handelingen en dokters had ontwikkeld. Hij herstelde volledig;
- een oppervlakkig wondinfect met wondrandnecrose ontstond bij 4 onderbenen. Tweemaal ontwikkelde zich een oppervlakkig infect van de bekkenwond. In alle gevallen genas de infectie met conservatieve maatregelen. Tweemaal werden antibiotica toegediend;
- één patiënt kreeg een urineweginfectie die gunstig reageerde op antibiotische therapie.

### **Operaties na de CSP**

- Bij één patiënt (casus 1) persisteerde een chronische osteomyelitishaard ter plaatse van de vroegere (geconsolideerde) infect-pseudarthrose. De haard werd driemaal gesaneerd door excochleatie van het bot met excisie van het fistelkanaal. Ondanks deze behandelingen resteerde een chronische fistel die wat purulent vocht afvoerde. Dit vocht was echter goed op te vangen door een hydrofiel gaasje tweemaal per dag te verschonen. Gezien de zeer uitvoerige ziektegeschiedenis met 17! operaties aan het onderbeen en gezien het onzekere resultaat voelt patiënt niet voor hernieuwd operatief ingrijpen. Hij blijft onder controle aangezien de vorming van carcinoom in een chronische fistel beschreven is (Brink en Molenaar 1988);
- bij een andere patiënt met een chronisch recidiverende osteomyelitis werd een sequester verwijderd. Nadien vlamden ontstekingsverschijnselen op met een frequentie van eens in de  $\pm$  5 jaar. Deze reageerden dan goed op rust in combinatie met antibiotische therapie. Er is nooit fistelvorming opgetreden;
- een rigide spits-varus voet, bij een patiënt met een talocrurale arthrodese, werd gecorrigeerd door een osteotomie van de voetwortel. Tevens werd een Rushpen uit de fibula verwijderd;
- bij één patiënt ontstond een vermoeidheidsfractuur distaal van de vroegere (proximaal gelocaliseerde) pseudarthrose. De pseudarthrose was op het moment van de vermoeidheidsfractuur solide geconsolideerd en het been werd reeds een jaar volledig belast. De vermoeidheidsfractuur consolideerde niet en na 16 maanden werd een tweede CSP verricht. Hierna trad consolidatie op in 5 maanden;
- de CSP werd (zonder succes) 2× herhaald bij casus 24 (pagina 84).

## Consolidatie

Het moment waarop een fractuur of pseudarthrose geconsolideerd is, valt niet exact te definiëren en is sterk afhankelijk van het aangelegde criterium. In het algemeen is volledige belastbaarheid, zonder bescherming en zonder pijn een goede maatstaf voor consolidatie van een fractuur van het onderbeen.

Bij dit onderzoek waren echter patiënten, die na jarenlange problemen, 'voor de zekerheid' hun brace bleven dragen op een moment dat daarvoor geen medische indicatie meer bestond. Om deze reden worden in tabel 5.7 drie verschillende criteria voor consolidatie gegeven.

De pseudarthrose van 45 onderbenen (94%) consolideerde in aansluiting op de CSP op een wijze zoals in tabel 5.7 is aangegeven. Het postoperatief beloop en de consolidatieduur worden weergegeven in tabel 5.8.

**Tabel 5.7 Verdeling van het type consolidatie bij 45 onderbenen.  
De classificatie heeft betrekking op figuur 3.1.**

| Consolidatie          | aantal onderbenen | %  |
|-----------------------|-------------------|----|
| Type A                | 34                | 76 |
| Type B                | 8                 | 18 |
| Type C                | 1                 | 2  |
| Niet classificeerbaar | 2                 | 4  |

Eén pseudarthrose was verend vast op het moment dat patiënte zich 16 maanden na de CSP suïcideerde. Bij één been was er twijfel of er wel of geen consolidatie bestond. Deze patiënt, die onder psychiatrische behandeling was, had adviezen omtrent de nabehandeling niet opgevolgd.

Het onderbeen van de patiënt met een therapieresistente defect/infectiepseudarthrose werd, bijna tien jaar na het ongeval en na in totaal 13 operaties aan het onderbeen, geamputeerd.

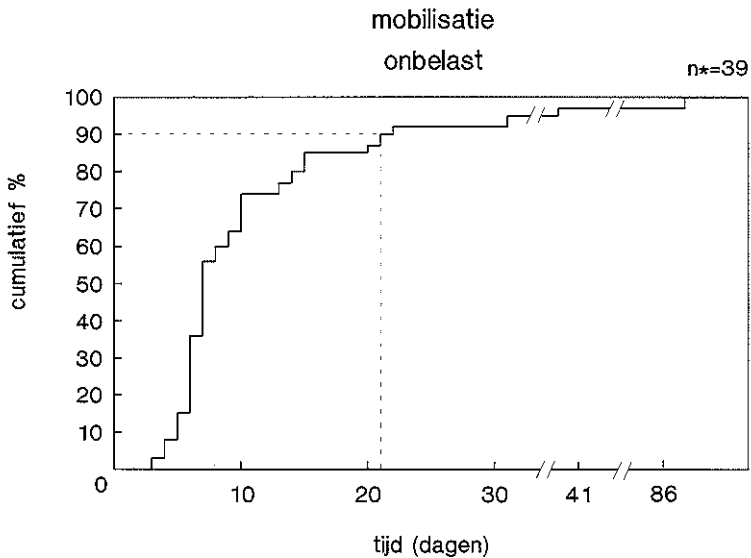
**Tabel 5.8 Postoperatief beloop en consolidatie (in dagen)**

| Variabele                     | gem. | min. | med. | max. | n               |
|-------------------------------|------|------|------|------|-----------------|
| Opnameduur                    | 17   | 6    | 15   | 50   | 47              |
| Periode bedrust               | 12   | 3    | 7    | 86   | 39              |
| Partieel belast               | 86   | 9    | 74   | 355  | 36 <sup>a</sup> |
| Volledig belast/beschermd     | 188  | 47   | 178  | 421  | 28 <sup>a</sup> |
| Volledig belast/onbeschermd   | 339  | 111  | 292  | 951  | 45              |
| Klinische consolidatie        | 187  | 47   | 173  | 692  | 44              |
| Röntgenologische consolidatie | 241  | 55   | 190  | 821  | 43              |

<sup>a</sup> Bij enkele patiënten werd een stap in de behandeling overgeslagen.

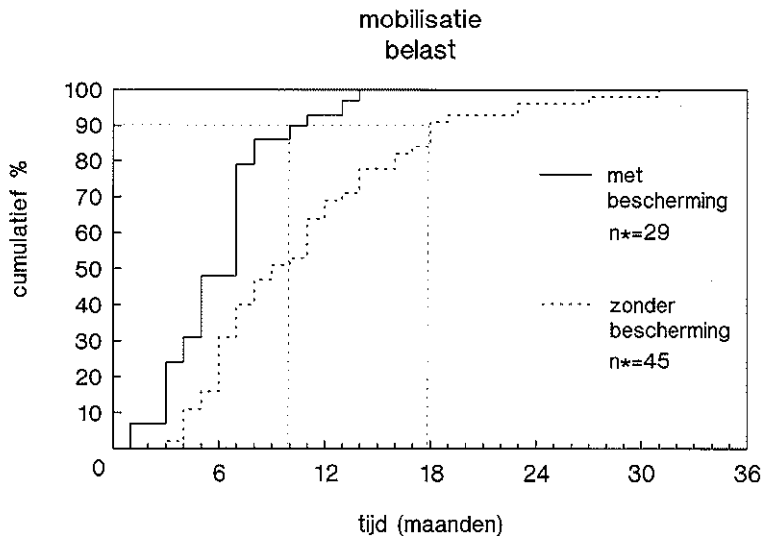
In de behandeling zijn er voor de patiënt drie belangrijke momenten:

1) *Onbelast mobiliseren*; het moment waarop de patiënt zijn bed mag verlaten, weer mobiel wordt en in beginsel verder poliklinisch kan worden behandeld. In figuur 5.6 wordt het cumulatieve percentage van het tijdstip van (onbelast) mobiliseren in beeld gebracht. Hierin is te zien dat 90% van de patiënten na drie weken weer op de been was.



Figuur 5.6 geeft weer op welk tijdstip de patiënten onbelast werden gemobiliseerd.

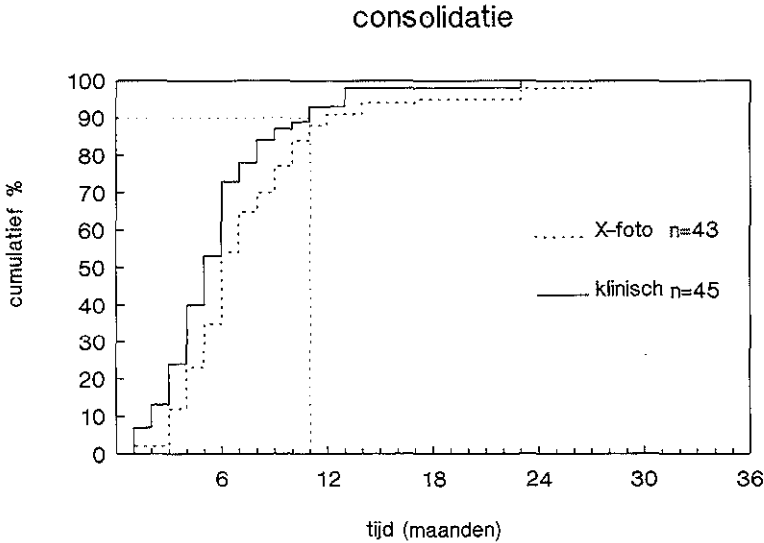
2) *Belast lopen met uitwendige bescherming*; de patiënt is in staat zonder krukken te lopen. Voor de ADL activiteiten is hij minder afhankelijk van anderen en zijn actieradius neemt aanzienlijk toe. Figuur 5.7 laat zien dat 90% van de patiënten 10 maanden na de CSP met een brace belast kon lopen.



Figuur 5.7 geeft weer op welk tijdstip de patiënten volledig mochten belasten. Een aantal van hen mocht direct zonder bescherming belasten. Dit verklaart het verschil in aantal.

3) *Belast lopen zonder uitwendige bescherming*; 90% van de patiënten liep zonder bescherming na 19 maanden (figuur 5.7). Daarbij moet de kanttekening worden geplaatst dat sommigen hun brace langer bleven dragen dan medisch gezien noodzakelijk was. Men had nog behoefte aan steun of nog gebrek aan zelfvertrouwen.

De klinische en röntgenologische consolidatieduur worden op identieke wijze weergegeven in figuur 5.8.



Figuur 5.8 De klinische en röntgenologische consolidatieduur.

De röntgenologische consolidatieduur hield verband met de typering van de pseudarthrose. De consolidatieduur was bij de hypertrofische pseudarthrose het kortst en bij de defect-pseudarthrose het langst. De verschillen zijn significant (Kruskal-Wallis toets;  $p = 0.02$ ) De röntgenologische consolidatieduur van de verschillende typen pseudarthrosen wordt weergegeven in tabel 5.9.

**Tabel 5.9 Röntgenologische consolidatieduur van de verschillende typen pseudarthrosen (in maanden)**

| Pseudarthrose         | gem. | min. | med. | max. | n  |
|-----------------------|------|------|------|------|----|
| Atrofisch             | 7,5  | 3,9  | 6,6  | 14,7 | 8  |
| Hypertrofisch         | 5,8  | 1,8  | 5,2  | 12,3 | 18 |
| Defect                | 11,4 | 5,8  | 9,2  | 27,0 | 13 |
| Niet classificeerbaar | 7,0  | 6,0  | 6,3  | 9,6  | 4  |

## 5.4 Resultaten tijdens het na-onderzoek

Een solide geconsolideerd, belastbaar onderbeen, waarbij het functionele resultaat prevaleert boven het anatomische, is de primaire doelstelling bij de behandeling van een patiënt met een lang bestaande pseudarthrose.

Afwijkingen in de asstand werden dan ook in de meeste gevallen geaccepteerd om de pseudarthrose bij de operatie niet los te hoeven maken.

Criteria omtrent een goed of slecht resultaat van de behandeling van een lang bestaande pseudarthrose zijn niet dezelfde als de criteria die bij de behandeling van een primaire fractuur worden aangelegd. Veelal waren de mogelijkheden tot herstel reeds bepaald door het primaire trauma of door beperkingen die in de loop van de behandeling waren ontstaan.

### Follow-up

De follow-up periode, gedefinieerd als de tijdsspanne tussen na-onderzoek en CSP, bedroeg gemiddeld  $7,3 \pm 4,9$  jaar (min.=0,9; med.=5,9; max.=19) en wordt gespecificeerd in tabel 5.10.

**Tabel 5.10** Verdeling van de follow-up (in jaren) bij 45 onderbenen

| Follow-up (n=45) | aantal onderbenen | %  |
|------------------|-------------------|----|
| 0-1              | 1                 | 2  |
| 1-2              | 5                 | 11 |
| 2-3              | 5                 | 11 |
| 3-5              | 8                 | 18 |
| 5-10             | 10                | 22 |
| 10-13            | 11                | 24 |
| 13-19            | 5                 | 11 |

### 5.4.1 Anamnese

#### Klachten en satisfactie

- 26 patiënten (57%) waren geheel of nagenoeg vrij van klachten;
- 16 patiënten (35%) hadden geringe klachten die niet altijd als ‘pijn’ werden ervaren. Veelal betrof het een vermoed of gespannen gevoel, dat al dan niet afhankelijk was van inspanning.

Opmerkelijk is dat vele patiënten, spontaan een sterke afhankelijkheid van de weersgesteldheid noemden. De ernst van de klachten varieerde soms van: ‘totaal geen pijn in het onderbeen’ tot ‘zeer heftige pijn’ bij omslag van de weersgesteldheid.

- Vier patiënten hadden tamelijk veel of veel pijn in het onderbeen. Onder hen bevond zich de patiënt bij wie onzekerheid bestond over de consolidatie;
- twee patiënten hadden ipsilaterale knieklachten en 3 patiënten hadden klachten over het andere been;

- een chronische fistel bestond bij 2- en een recidiverende fistel bij 3 patiënten;
- geen van de patiënten ondervond, na verhogen van de schoen, veel hinder van een verschil in beenlengte;
- voor de functie van het enkelgewricht wordt verwezen naar hoofdstuk 8.

Ondanks deze restklachten was 98% van de patiënten tevreden of zeer tevreden over het resultaat van de operatieve behandeling met de CSP. Ook de patiënten met een zeer langdurige voorgeschiedenis met soms vele operaties of met een chronische of recidiverende fistel, waren blij dat hun been behouden was gebleven.

De patiënt bij wie het onderbeen uiteindelijk werd geamputeerd, was dankbaar voor de vele pogingen die waren ondernomen om zijn been te behouden. Hij had geen spijt dat de amputatie niet eerder werd verricht, hoewel hij zich met een prothese goed kon redden.

### Fysieke prestaties

De loopafstand is een belangrijke parameter voor de mobiliteit van een patiënt. Deze wordt weergegeven in tabel 5.11. Voor de meesten dient deze loopafstand als eindresultaat te worden beschouwd.

**Tabel 5.11 Maximale loopafstand (in meters)**

| Loopafstand (n*=45)                  | aantal patiënten | %  |
|--------------------------------------|------------------|----|
| Onbeperkt                            | 25               | 54 |
| 2500 - 5000 (beperkt door onderbeen) | 8                | 17 |
| 500 - 2500 (beperkt door onderbeen)  | 6                | 13 |
| 250 - 500 (beperkt door onderbeen)   | 4                | 9  |
| Alleen in huis                       | 1                | 2  |
| Beperkt door andere factoren         | 1                | 2  |

- 27 patiënten (71%) waren – al dan niet met moeite – in staat tot hardlopen. Voor 9 patiënten was dit onmogelijk. Voor de overigen was die activiteit niet van toepassing;
- 42 patiënten (98%) waren in staat trap te lopen; 39 patiënten (91%) waren in staat tot hurken; 41 patiënten (95%) konden gebruik maken van de fiets.

In vergelijking met de situatie vóór de CSP was er een evidente verbetering van deze functies opgetreden, hoewel deze niet precies werd gekwantificeerd.

### Gebruik hulpmiddelen

- Twee patiënten met een beenlengteverschil van respectievelijk 6- en 10 cm gebruikten ter compensatie een orthopaedische schoen met een extensie-binnenzool;



- een zool- en/of hakverhoging in een confectieschoen werd door 15 patiënten gebruikt. Een patiënt met een klapvoet door uitval van de N. peroneus, gebruikte een lichtgewicht peroneusveer in een confectieschoen;
- de jonge patiënt (casus 31) bij wie beide benen ernstig gelaedeerd waren, maakte veelvuldig gebruik van twee elleboogskrukken of van een rolstoel. Lopen zonder hulpmiddelen was maar beperkt mogelijk (minder dan 100m). Op het moment van onderzoek (2,5 jaar na laatste CSP) nam de actieradius nog steeds toe. Drie patiënten maakten gebruik van een stok of elleboogskruk wanneer zij buitenshuis liepen.

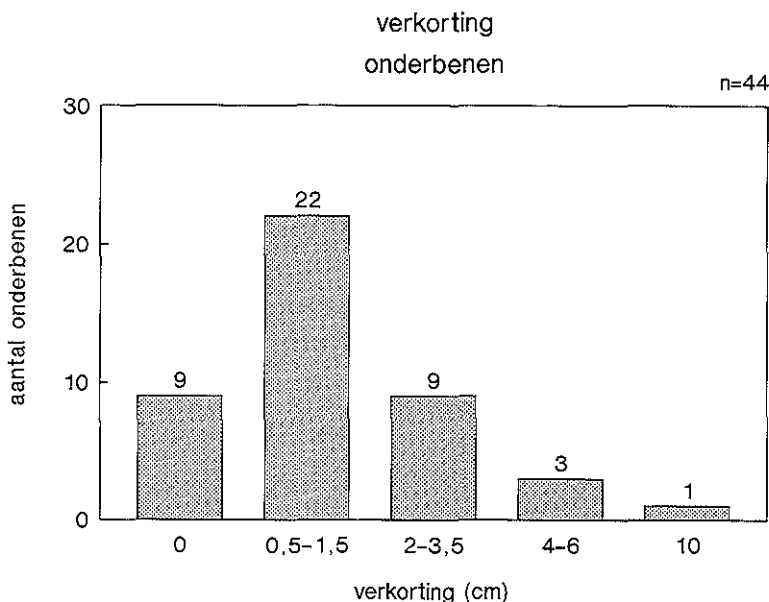
## 5.4.2 Fysisch-diagnostisch onderzoek

### Looppatroon

Eenzijds oefenen anatomische afwijkingen en stoornissen in de functie van de betreffende extremiteit hun invloed uit op het looppatroon, anderzijds is voor een normale gang niet de volledige bewegingsuitslag van bijvoorbeeld het enkelgewricht vereist. Bij 24 patiënten (53%) was het looppatroon normaal. Een aantal van hen vertelde wel bij vermoeidheid met het aangedane been te 'trekken'. Zestien patiënten (36%) liepen licht mank en 5 patiënten hadden een ernstig gestoord looppatroon.

### Beenlengteverschil

Vijfendertig patiënten (80%) hadden een verkorting van het onderbeen die gemiddeld  $2 \pm 1,9$  cm (min.=0,5; med.=1,5; max.=10) bedroeg. De verdeling wordt weergegeven in figuur 5.9.



Figuur 5.9

## Asdeviaties

Zoals reeds eerder gesteld werden afwijkingen in de asstand meestal bewust geaccepteerd om de pseudarthrose bij de operatie niet los te hoeven maken.

In het algemeen is bij benen met een defect-pseudarthrose een afwijking in de as- of rotatiestand te voorkómen.

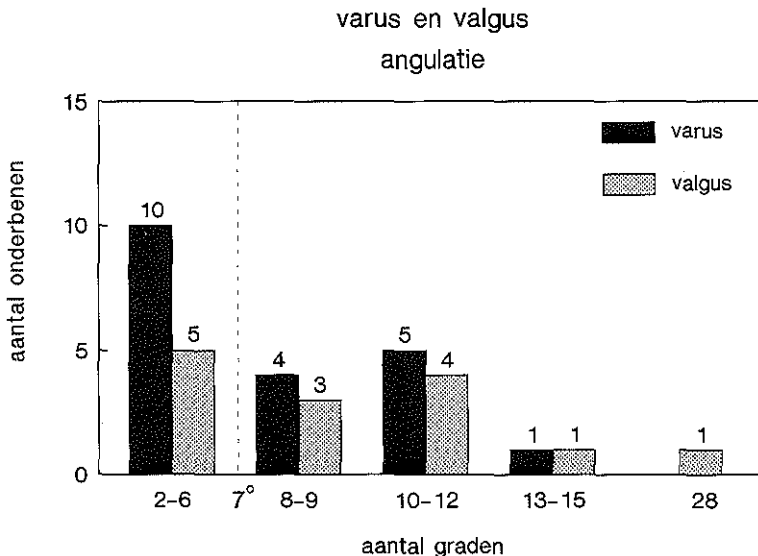
Soms echter is – óók bij de behandeling van defect-pseudarthrosen – bewust een deviatie in de asstand nagestreefd: bij een patiënt met een rigide varusstand van de achtervoet werd een valgusstand van  $12^\circ$  in het onderbeen gehandhaafd om niet óók een correctie van de voetwortel te hoeven uitvoeren.

Vaak is er in de loop van de voorafgaande behandeling een spitsvoet ontstaan. Bij het streven naar een plantigrade voet, wordt het onderbeen dan enigszins in recurvatie gedwongen.

Bij de overige onderbenen met een defect-pseudarthrose, het aantal staat in onderstaand overzicht steeds tussen haakjes vermeld, moet de standafwijking gezien worden als onvoldoende zorgvuldigheid bij het aanleggen van het gipsverband.

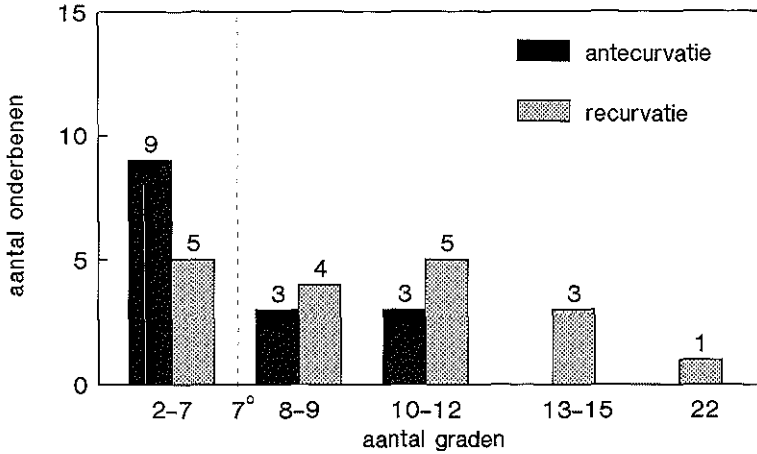
- 20 onderbenen (43%) hadden een gefixeerde varusstand. 10 maal bedroeg deze minder dan  $7^\circ$ , en 10 maal (3× defect-pseudarthrose) bedroeg deze meer;
- 14 onderbenen (30%) hadden een gefixeerde valgusstand die 5 maal minder dan  $7^\circ$  en 9 maal (4× defect-pseudarthrose) meer bedroeg;
- 15 onderbenen (32%) toonden een gefixeerde antecurvatie die 9 maal kleiner of gelijk  $7^\circ$  was en 6 maal (2× defect-pseudarthrose) groter;
- 18 onderbenen (38%) toonden een gefixeerde recurvatie. Deze was 5 maal kleiner dan  $7^\circ$  en 13 maal (5× defect-pseudarthrose) groter.

Deze asstanddeviaties hadden geen duidelijke consequenties voor het functioneren. De verdeling wordt weergegeven in figuur 5.10 en 5.11.



Figuur 5.10

## ante- en recurvatie



Figuur 5.11

### Rotatie-afwijkingen

Bij in totaal 6 onderbenen (13%) (3x defect-pseudarthrose) bestond een exorotatie-afwijking variërend van 10 tot 20°. Endorotatie-afwijkingen kwamen niet voor.

### Fistels

Bij twee patiënten (exclusief de amputatiepatiënt) bestond een chronische fistel ter hoogte van de vroegere pseudarthrose die wees op osteomyelitis. Drie patiënten hadden recidiverend tekenen van een opvlammende ontsteking, die soms met fistelvorming gepaard gingen.

Gezien de vaak lange klachtenvrije perioden (soms 5 jaar) is het niet altijd duidelijk of het in een dergelijk geval om een chronische ontsteking gaat, of dat een nieuw infect ontstaat op een locus minoris resistentiae.

### Atrofie

De atrofie van het bovenbeen bedroeg gemiddeld  $1,8 \pm 1,7$  cm (min.=0; med.=1,5; max.=6).

Het omvangverschil van de onderbenen bedroeg gemiddeld  $2,4 \pm 2$  cm (min.=0; med.=2; max.=8). Dit verschil in omvang mag – bij het onderbeen – niet uitsluitend aan spieratrofie worden toegeschreven, aangezien in een aantal gevallen sprake was van een substantieel verlies van weke-delen.

### Heup-/kniefunctie

Een patiënt met contralaterale coxarthrose (secundair aan de ziekte van Perthes), had pijn in en een ernstige bewegingsbeperking van dit gewricht. Twee patiënten hadden een matige bewegingsbeperking van respectievelijk contra- en ipsilaterale heup op basis van pre-existente arthrose. De overige patiënten hadden een normale heupfunctie aan beide zijden.

Eén patiënt (casus 31) had beiderzijds een strekbeperking (15°) en een ernstig (2+) verlies van stabiliteit in beide knieën. Twee patiënten hadden een flexiebeperking van ±15° en twee anderen een ernstig verlies van stabiliteit.

### Functie van spieren en zenuwen

De stoornissen in functie van de individuele spiergroepen en zenuwen in het onderbeen worden weergegeven in tabel 5.12. Zoals in hoofdstuk 4 reeds werd vermeld, is het begrip stoornis gedefinieerd als een tekort aan of het volledig ontbreken van functie. Onderscheid maken tussen de oorzaken van de spierfunctie-stoornis is veelal niet goed mogelijk. De innervatie van de desbetreffende spier(groep) kan gestoord zijn, de spier en/of pees kan zijn gelaedeerd door het directe trauma of door ischaemie, of vergroeid zijn met de omgeving. Ook kan een contractuur van het gewricht bestaan waardoor spiercontracties niet functioneel zijn.

**Tabel 5.12 Spieren en zenuwen met gestoorde functie<sup>a</sup>**

| Variabele                            | aantal | %  | n  |
|--------------------------------------|--------|----|----|
| <i>N. peroneus profundus</i>         |        |    |    |
| M. tibialis anterior                 | 9      | 21 | 44 |
| M. extensor hallucis longus          | 11     | 25 | 44 |
| M. extensor digitorum longus         | 9      | 21 | 44 |
| Sensibiliteit spatium digiti I en II | 9      | 20 | 45 |
| <i>N. peroneus superficialis</i>     |        |    |    |
| Mm. peronei                          | 11     | 25 | 44 |
| Sensibiliteit voetrug                | 6      | 14 | 44 |
| <i>N. tibialis</i>                   |        |    |    |
| M. tibialis posterior                | 5      | 11 | 44 |
| M. flexor hallucis longus            | 1      | 2  | 44 |
| M. flexor digitorum longus           | 1      | 2  | 44 |
| Sensibiliteit voetzool               | 4      | 9  | 45 |

<sup>a</sup> Terwille van de overzichtelijkheid is ingedeeld naar innervatie; dit houdt niet in dat alle stoornissen in de spierfunctie door zenuwletsel worden veroorzaakt.

### **Arteriële en veneuze circulatie**

De A. dorsalis pedis was 11 maal en de A. tibialis posterior was 6 maal niet palpabel. Anamnestic noch klinisch bestonden er aanwijzingen voor insufficiëntie van de arteriële circulatie.

Er waren geen tekenen van veneuze stuwning in de vorm van varices. Dertien onderbenen (29%) toonden een vaak glanzende roestbruine pigmentatie, veelal samengaand met een sterke atrofie van de huid.

Bij 8 onderbenen werd tijdens het onderzoek (dat meestal in de middag plaatsvond) oedeem rond de enkel vastgesteld.

### **Cosmetisch aspect van de extremiteit**

Oordelen over het cosmetisch aspect van een extremiteit is subjectief. Sommige patiënten schamen zich zelfs voor een ogenschijnlijk onbetekenend litteken, anderen liggen aan het strand met een ernstig misvormd been. Daarom is, hoe subjectief ook, het oordeel van de onderzoeker vermeld.

- Bij 18 onderbenen (40%) was sprake van een vrijwel normaal aspect;
- bij 13 onderbenen (29%) was de huid, vooral aan de ventromediale zijde sterk atrofisch en kwetsbaar;
- veertien benen (31%) toonden ernstig ontsierende littekens. Een aantal van die benen was bovendien zwaar misvormd. Deze afwijkingen waren ontstaan in de periode vóór de CSP;
- het litteken aan de laterale zijde van de CSP was in alle gevallen nauwelijks zichtbaar. Het litteken op de bekkenkam daarentegen is veelal breed en atrofisch. Een dergelijk litteken valt veelal buiten bedekking van de zwembroek (badmode anno 1989).

## **5.5 Karnofsky-score**

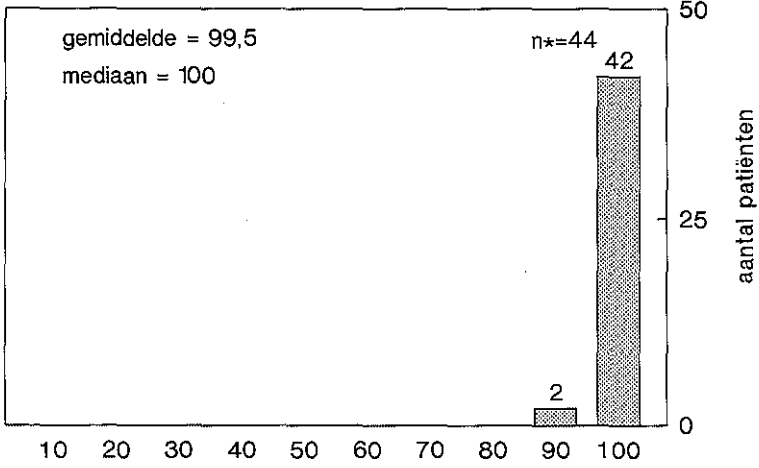
De Karnofsky-score voor de periode vóór het trauma, voor de periode met pseudarthrose en voor de periode na consolidatie wordt weergegeven in de staafdiagrammen in figuur 5.12.

Vóór het trauma hadden twee patiënten lichte fysieke beperkingen door respectievelijk coxarthrose en misvorming van de voeten op basis van de ziekte van Charcot-Marie-Tooth.

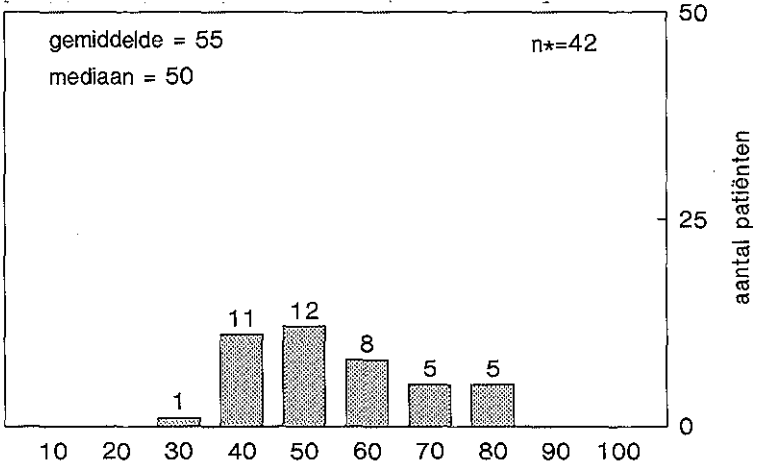
Voor de periode met pseudarthrose was de score van twee patiënten onbekend. Het betrof de patiënt uit Curaçao en de patiënt die op kinderleeftijd een osteotomie had ondergaan bij wie de score niet te bepalen was. Ook voor de periode na consolidatie ontbreekt de score van 2 patiënten: wederom van de patiënt uit Curaçao en van de patiënt met de onderbeenamputatie. Deze laatste patiënt had met de prothese een score van ongeveer 70.

Na consolidatie van de pseudarthrose bleef de score bij één patiënt, die ook met pseudarthrose opvallend weinig beperkingen kende, onveranderd op 70. Bij alle overige patiënten ging de score omhoog. De grootste stijging was 50 punten.

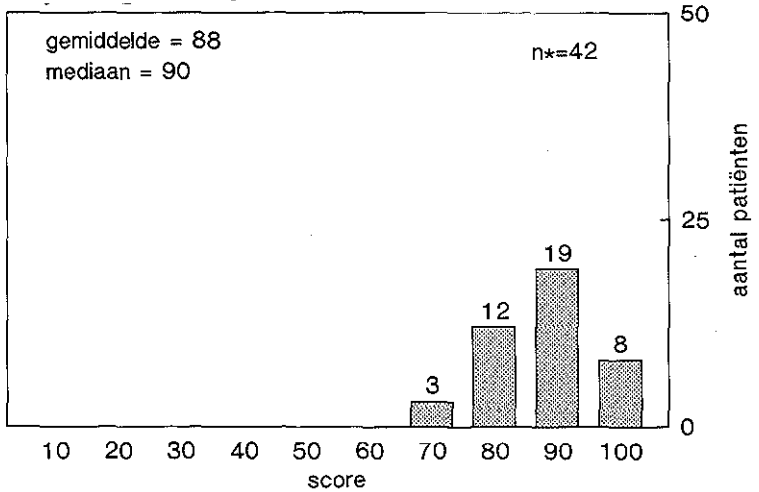
### Karnofsky-score vóór het trauma



### Karnofsky-score met pseudarthrose



### Karnofsky-score na consolidatie



Figuur 5.12

## 5.6 Sociale en psychische implicaties

Bij alle patiënten werd zowel de *negatieve invloed* van de *pseudarthrose* als de *positieve invloed* van de *CSP* op 10 aspecten van het sociale en psychische leven onderzocht.

De resultaten worden separaat gepresenteerd in 10 kruistabellen waarvan tabel 5.13 een voorbeeld is. In deze tabel worden de genoemde invloeden op het psychisch welbevinden weergegeven. De overige kruistabellen<sup>1</sup> zijn opgenomen in bijlage 4.

De belangrijkste resultaten, die uit de verschillende kruistabellen werden afgeleid, zijn samengevat in 3 tabellen. Deze representeren respectievelijk de negatieve invloed van de pseudarthrose (tabel 5.14), de positieve invloed van de CSP (tabel 5.15) en de opgemaakte 'balans', voor de patiënt (tabel 5.16). Na iedere tabel volgt een korte interpretatie van de resultaten.

**Tabel 5.13** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op het psychisch welbevinden. Voor explicatie wordt verwezen naar de tekst.

### Psychisch welbevinden

#### *positieve invloed CSP*

|               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| geen          | 5    |        |               |      | 1         | 6       |
| gering        |      | 9      |               |      | 1         | 10      |
| tamelijk veel |      |        | 1             | 4    | 1         | 6       |
| veel          |      |        |               | 3    | 2         | 5       |
| zeer veel     | 1    | 2      | 2             | 2    | 8         | 15      |
|               | 6    | 11     | 3             | 9    | 13        | 42 = n* |

Op de gearceerde diagonaal van links-boven naar rechts-onder staan de patiënten die in 'evenwicht' zijn gebracht; de positieve invloed van de CSP was net zo groot als de negatieve invloed van de pseudarthrose.

Rechts van deze diagonaal staan de patiënten bij wie de positieve invloed groter was. Links van de diagonaal staan de patiënten bij wie de negatieve gevolgen van de pseudarthrose overheersten.

<sup>1</sup> Het aantal antwoorden is soms lager dan het aantal ondervraagde patiënten aangezien niet iedere vraag op alle patiënten van toepassing was.

Bijzondere aandacht verdienen de patiënten in de linker onder- en rechter bovenhoek. In de analyse bleek dat de patiënten die op sociaal terrein weinig profijt van de CSP hadden (links onder) behoorden tot de groep, die ondanks het feit dat zij weer een bruikbaar onderbeen hadden, niet meer aan het werk kwamen. Ook overheersten de negatieve gevolgen voor de amputatiepatiënt en de psychiatrische patiënt die bovendien een bijzonder negatieve levensvisie had. Opmerkelijk is dat een enkele patiënt de situatie na genezing zoveel zonniger zag, dat de positieve invloed van de CSP zwaarder werd gewogen dan de negatieve van de pseudarthrose.

De negatieve gevolgen van de pseudarthrose zijn beschreven in tabel 5.14 waarin het aantal rubrieken tot drie is gereduceerd.

**Tabel 5.14 Negatieve invloed van de pseudarthrose**

| Aspect                         | geen | gering of tamelijk veel | veel of zeer veel | n* |
|--------------------------------|------|-------------------------|-------------------|----|
|                                | %    | %                       | %                 |    |
| Baan                           | 16   | 13                      | 71                | 31 |
| Financiële situatie            | 29   | 29                      | 41                | 34 |
| School/opleiding               | 17   | 17                      | 66                | 12 |
| Huishoudelijke werkzaamheden   | 17   | 30                      | 53                | 30 |
| Sociale leven                  | 21   | 38                      | 40                | 42 |
| Huiselijk leven                | 17   | 43                      | 40                | 42 |
| Hobby's en vrijetijdsbesteding | 15   | 25                      | 60                | 40 |
| Vakantie                       | 16   | 30                      | 54                | 37 |
| Sexuele leven                  | 41   | 38                      | 21                | 34 |
| Psychisch welbevinden          | 14   | 38                      | 48                | 42 |

**Interpretatie:**

Opvallend is dat de sterk negatieve invloed op het werk groter is dan die op de financiële situatie. Een lofzang op de sociale voorzieningen in Nederland!

De invloed op aspecten als sociale-, huiselijke- en sexuele leven is minder groot. Kennelijk is men in staat zich hierin enigszins aan te passen.

De periode vóór de CSP had voor de helft van de patiënten ernstige psychische gevolgen.

De positieve invloed van de CSP wordt weergegeven in tabel 5.15.



**Tabel 5.15 Positieve invloed van de centrale spongiosaplastiek**

| Aspect                         | geen | gering of tamelijk veel | veel of zeer veel | n* |
|--------------------------------|------|-------------------------|-------------------|----|
|                                | %    | %                       | %                 |    |
| Baan                           | 32   | 26                      | 42                | 31 |
| Financiële situatie            | 56   | 26                      | 18                | 34 |
| School/opleiding               | 25   | 25                      | 50                | 12 |
| Huishoudelijke werkzaamheden   | 20   | 40                      | 40                | 30 |
| Sociale leven                  | 21   | 36                      | 43                | 42 |
| Huiselijk leven                | 26   | 36                      | 38                | 42 |
| Hobby's en vrijetijdsbesteding | 15   | 25                      | 60                | 40 |
| Vakantie                       | 16   | 27                      | 57                | 37 |
| Sexuele leven                  | 41   | 41                      | 18                | 34 |
| Psychisch welbevinden          | 14   | 33                      | 52                | 42 |

**Interpretatie:**

Over het algemeen heeft de CSP een positief effect op de meeste aspecten. Voor de werksituatie is de verbetering relatief geringer. Men komt na een langdurige ziekte moeilijk weer aan het werk, ongeacht of genezing heeft plaatsgevonden. Een sterk positief effect op de financiële situatie viel niet te verwachten aangezien het negatieve effect van de pseudarthrose ook relatief gering was.

De balans werd opgemaakt van de negatieve invloed van 'ziekte' en de positieve invloed van 'therapie'. Evenwicht, waarbij de positieve invloed van therapie gelijk is aan de negatieve van ziekte, is als positief gedefinieerd. Deze balans is weergegeven in tabel 5.16.

**Tabel 5.16 Balanstabel<sup>a</sup> die de uiteindelijke sociale en psychische gevolgen weergeeft van de pseudarthrose na genezing**

| Aspect                         | positief | negatief | n* |
|--------------------------------|----------|----------|----|
|                                | %        | %        |    |
| Baan                           | 58       | 42       | 31 |
| Financiële situatie            | 56       | 44       | 34 |
| School/opleiding               | 67       | 33       | 12 |
| Huishoudelijke werkzaamheden   | 83       | 17       | 30 |
| Sociale leven                  | 79       | 21       | 42 |
| Huiselijk leven                | 79       | 21       | 42 |
| Hobby's en vrijetijdsbesteding | 80       | 20       | 40 |
| Vakantie                       | 73       | 27       | 37 |
| Sexuele leven                  | 85       | 15       | 34 |
| Psychisch welbevinden          | 83       | 17       | 42 |

<sup>a</sup> 'evenwicht' is als positief gedefinieerd.

### Interpretatie:

Een dergelijke balans moet worden gezien als maat voor de uiteindelijke psychische en sociale gevolgen van de gehele ziekte inclusief behandelingen.

Het zou onjuist zijn om deze tabel alleen als maat voor het effect van de therapie te interpreteren. Een volledige terugkeer naar de situatie vóór het ongeval was dikwijls al bij voorbaat uitgesloten door zowel anatomisch/functionele als door sociale factoren.

## 5.7 Casuïstiek

Een aantal representatieve ziektegeschiedenissen met voorbeelden van de in figuur 3.1 getoonde consolidatietypen wordt beschreven.

### Casus 1: man, geboren januari 1941, chauffeur

#### *Trauma juli '65*

Patiënt werd, rijdend op een bromfiets, door een auto aangereden. Door dit directe hoog-energetische trauma ontstond een graad-II gecompliceerde, comminutieve crurisfractuur links, op de overgang van het middelste naar distale 1/3 deel. De behandeling vond plaats in verschillende ziekenhuizen (de fractuurfoto's zijn verloren gegaan).

*Primaire behandeling:* draadextensie.

#### *Vervolgbehandelingen (bloemlezing):*

Augustus '65 Split-skin graft linker onderbeen.

September '65 AO-plaatosteosynthese, gecompliceerd door een diep wondinfect c.q. osteomyelitis.

December '65 Verwijdering plaat.

Maart '66 Sequesterectomie met botboring.

Augustus '66 Opneming i.v.m. osteomyelitis.

September '67 Spoeldrainage met aansluitend plaatosteosynthese.

Juni '68 Verwijdering plaat en necrose.

Vele malen werd in de periode 1965-1968 necrotomie verricht. Verscheidene soorten bacteriën werden in de loop der tijd gekweekt waarvan *Proteus mirabilis* het meest frequent voorkwam.

#### *Situatie vóór CSP*

Atrofische pseudarthrose met botdefect van 3 cm (afb. 5.1-A).

#### *CSP maart '69*

Gecompliceerd door een wondhaematoom na onbedoeld uit bed stappen, en bij doorgeschoten antistolling.

Klinisch was de pseudarthrose geconsolideerd in augustus '69 en röntgenologisch in december '69. Een chronisch fistelende ontsteking bleef tot op heden bestaan.

#### *Operaties na CSP*

Juli '71 Excochleatie ontstekingsholte.

Juni '78 Idem.

Februari '82 Idem met excisie fistelkanaal.

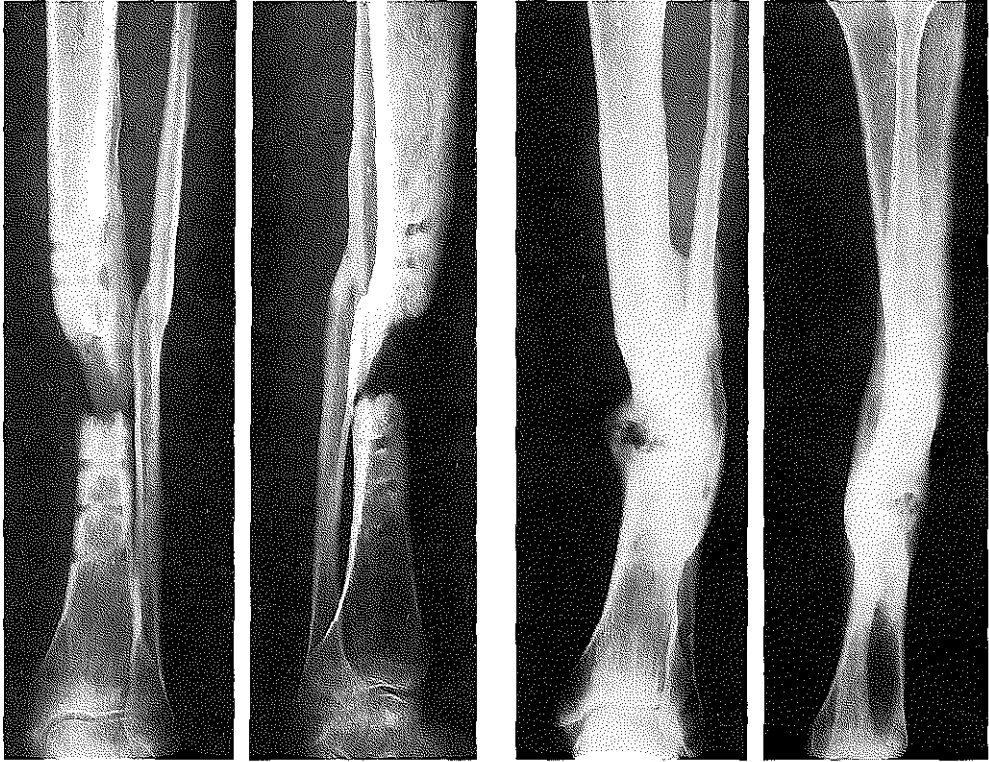
*Na-onderzoek april '88*

Anamnese: chronisch fistelende ontsteking waarvan de uitvloed is op te vangen, door een gaasje tweemaal daags te wisselen. De loopafstand is onbeperkt tenzij er sprake is van een opvlamming van de ontsteking. Lopen op oneffen terrein provoceert enkelklachten. De Karnofsky-score bedraagt 80 punten (vóór het trauma 100, vóór de CSP 50). Voor de betekenis van deze score wordt verwezen naar hoofdstuk 4. Ná consolidatie van de pseudarthrose heeft patiënt nog vijf jaar in de haven gewerkt. Hij koppelde containers aan en af en dit zware werk heeft hij zonder moeite volgehouden tot de ontsteking in '78 opvlamde, waarna hij definitief met werken is gestopt. Ondanks in totaal 17 operaties aan het linker onderbeen (17x narcose!) en ondanks de fistel, is patiënt blij dat zijn onderbeen behouden bleef.

Lichamelijk onderzoek: licht mankend looppatroon met atrofische ingetrokken huid aan de voorzijde met een fistel (afb. 5.1-D). Er bestaat een geringe varusstand en een beenlengteverschil van 1,5 cm ten nadele van links. De enkelfunctie is acceptabel (DF=10°, PF=30°, subtalair beperkt).

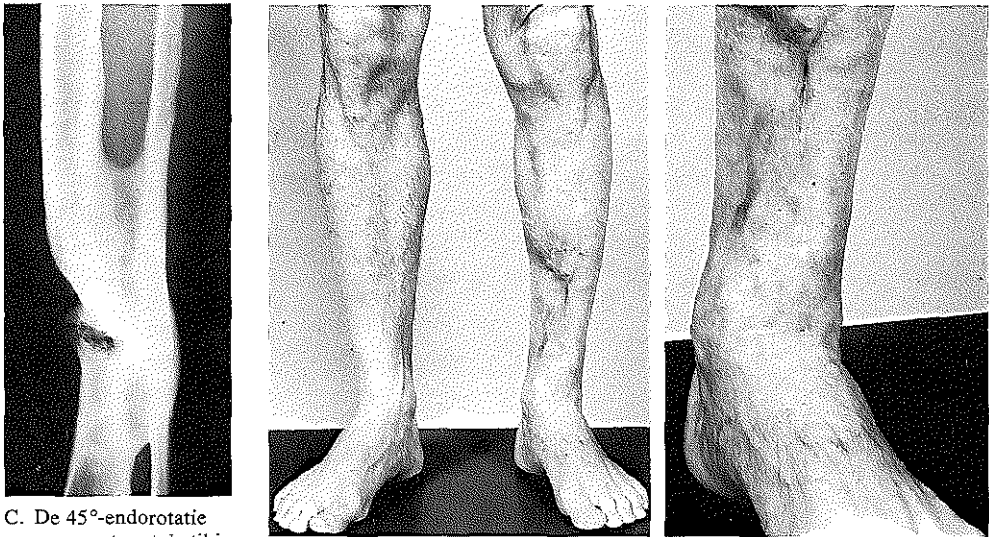
Röntgenonderzoek: ter plaatse van de vroegere pseudarthrose is een opheldering zichtbaar die correspondeert met het niveau van de fistel. Een massieve centrale botmassa overbrugt het geheel (afb. 5.1-B en C).

Afb. 5.1 Casus 1. Een 24-jarige man met een graad-II gecompliceerde comminutieve crurisfractuur links.



A. VA en Lat. röntgenopname van de atrofische pseudarthrose met een botdefect van 3 cm. De schroefgaten zijn duidelijk zichtbaar.

B. VA en Lat. röntgenopname 19 jaar na CSP. Ter hoogte van de vroegere pseudarthrose is een ophefing zichtbaar die correspondeert met de plaats van de fistel.



C. De 45°-endorotatie opname toont de tibiofibulaire synostose.

D. Klinisch aspect 19 jaar na CSP. In het littedengebied is een fistel zichtbaar.

**Casus 9:** man, geboren februari 1931, tomatenkweker

*Trauma 21 mei '75*

De heftruck waarop patiënt reed, kantelde aan de rand van een sloot. Het linker onderbeen raakte onder de heftruck bekneld waardoor midschacht een kort-schuine, gedислоceerde, graad-III gecompliceerde crurisfractuur ontstond (afb. 5.2-A). De wond lag ruim een uur onder (sloot)water.

*Primaire behandeling (elders)*

Wondtoilet en AO-plaatosteosynthese (afb. 5.2-B). Het postoperatieve beloop werd gecompliceerd door een diep infect met *Escherichia coli* en *Enterococci*.

*Vervolgbehandelingen (elders):*

- 27 mei '75           Excisie huidnecrose; de plaat lag grotendeels bloot. Aansluitend werd een spoelsysteem aangebracht.
- 23 juni '75           Split-skin graft (SSG) aan de laterale zijde. De plaat lag los.
- 22 juli '75           Verwijderen plaat, aanbrengen fixateur externe.
- 1 september '75      Uitgebreide sequesterectomie waardoor een botdefect van 10 à 12 cm ontstond (afb. 5.2-C).
- 15 september '75    SSG.
- 24 september '75    Aangezien patiënt zich niet kon verenigen met het elders gegeven advies om het been te laten amputeren, werd hij overgeplaatst naar het AZR. De fixateur werd verwijderd en de pseudarthrose werd geïmmobiliseerd in een bovenbeengips. De infectie geneest dan.

*Situatie vóór CSP*

Defect-pseudarthrose (botdefect ± 5 cm) met ernstig verlittekende weke-delen, maar zonder tekenen van infectie (afb. 5.2-D). Tevoren was toegegeven aan een verkorting van ± 5 cm om het defect te reduceren. De enkel functie was vrijwel opgeheven.

*CSP 5 maart '76*

De operatie werd gecompliceerd door oppervlakkige wondinfectie die gunstig reageerde op drainage en antibiotica.

Van november '76 af liep patiënt belast met een lederen laars die hij tot augustus '77 heeft gedragen.

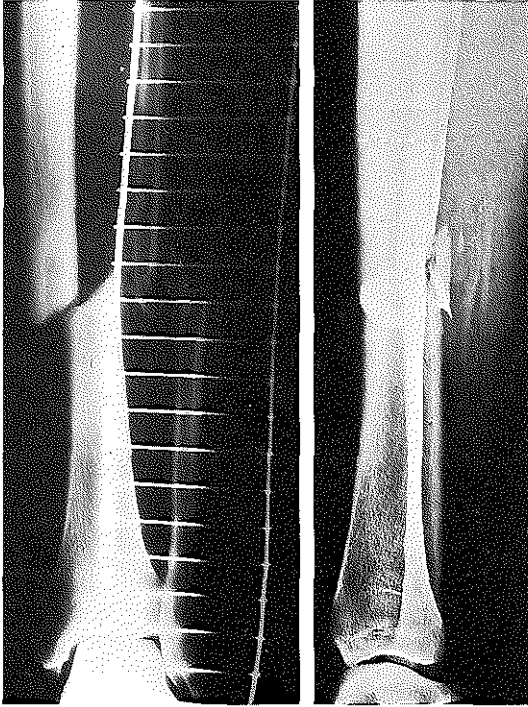
*Na-onderzoek mei '88*

Anamnese: de loopafstand bedraagt 2,5 tot 5 km. Het beenlengteverschil (4 cm) geeft wel wat hinder, maar gezien de aard van zijn werk (o.a. staande tomaten plukken) prefereert hij een zool/hak-verhoging boven een contralaterale inkortings-osteotomie. De stijfheid van de enkel veroorzaakt tamelijk veel hinder. De Karnofsky-score bedraagt 80 punten (vóór het trauma 100, vóór de CSP 30).

Lichamelijk onderzoek: licht mankend looppatroon. Het linker onderbeen, dat 4 cm te kort is, heeft een goede as-stand. Aan de voorzijde is een tot op het bot ingetrokken litteken zichtbaar (afb. 5.2-J). Er is 4 cm spieratrofie van boven- en onderbeen en de strekmusculatuur van de voet is verzwakt (parese graad 4). De innervatie en vascularisatie zijn intact. De enkel is vrijwel stijf (DF=0°, PF=15°, subtalair vast).

Röntgenonderzoek: de pseudarthrose wordt overbrugd door een massale centrale botmassa. In de loop van de tijd heeft zich bovendien tussen de oorspronkelijke fractuureinden een benige verbinding ontwikkeld (afb. 5.2-E t/m 5.2-G). Ook de laterale opname toont een goede asstand (afb. 5.2-H). In het bottransplantaat heeft zich een mergholte gevormd zoals de CT-snede in afb. 5.2-I laat zien.

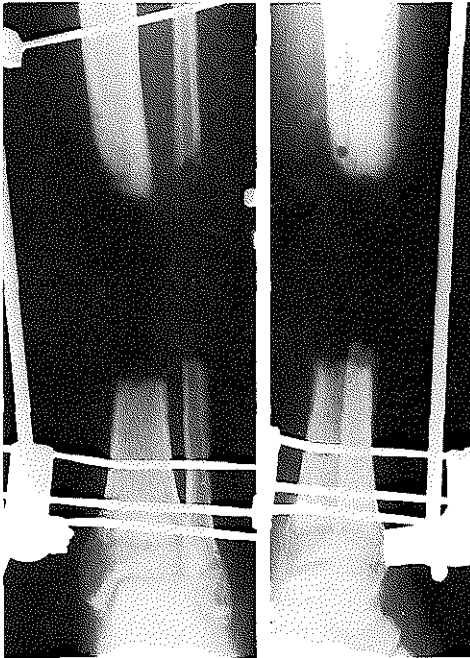
Afb. 5.2 Casus 9. Een 44-jarige man met een graad-III gecompliceerde midschacht crurisfractuur links.



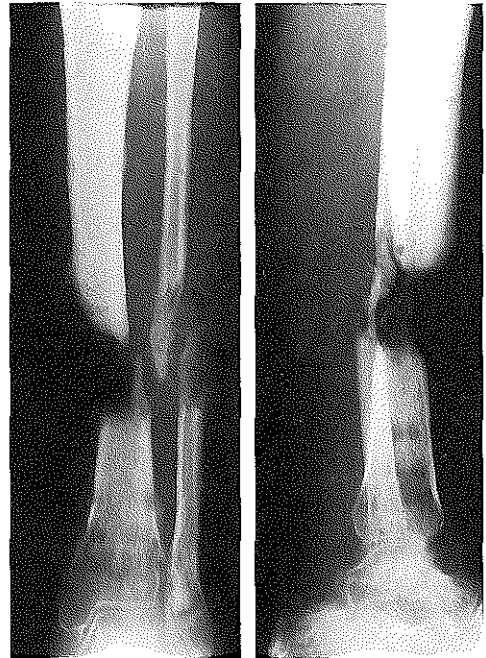
A. VA en Lat. röntgenopname van de primaire fractuur in spalk.



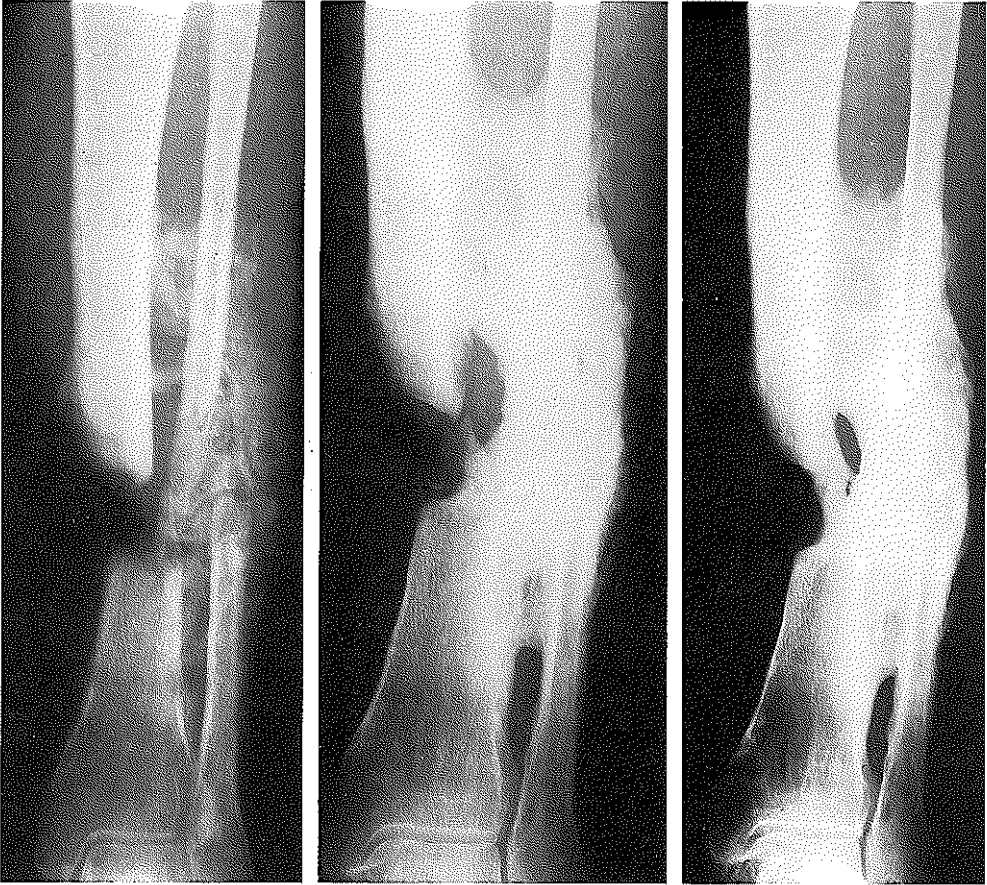
B. Idem direct na plaatosteosynthese.



C. Botdefect van  $\pm 10$  cm na diepe infectie en sequestrectomie met een externe fixateur in situ.



D. Röntgenbeeld vóór CSP. Door het onderbeen te verkorten werd het botdefect gereduceerd tot 5 cm.



E.

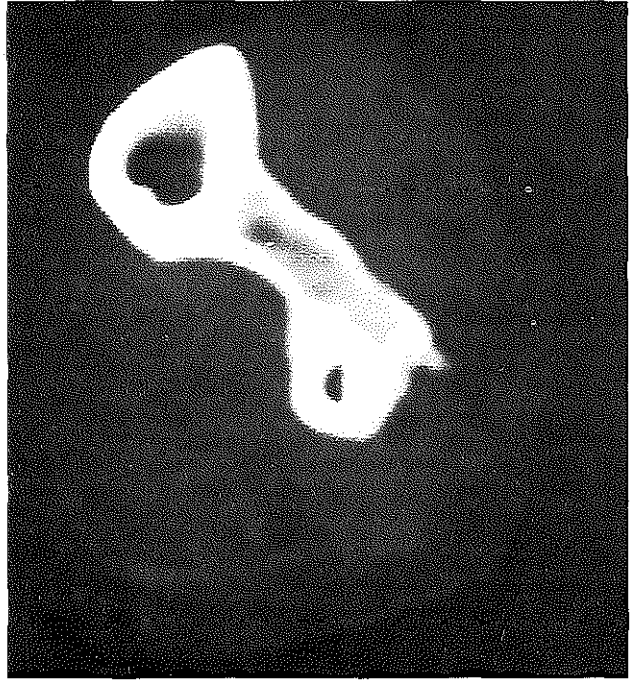
F.

G.

E. t/m G. laten de ontwikkeling van het spongiosatransplantaat zien. VA röntgenopname 3 maanden na CSP (E.), 19 maanden na CSP (F.) en 4,5 jaar na CSP (G.). Ook tussen de fractureinden is een benige verbinding ontstaan. Het röntgenbeeld bij na-onderzoek, 12 jaar na CSP, was ongewijzigd.



H. Laterale opname  
4,5 jaar na CSP.



I. Transversale CT-snede door het onderbeen ter hoogte van het proximale deel van de tibiofibulaire synostose. De synostose heeft een corticale begrenzing en een mergholte.



J. Klinisch aspect van het linker onderbeen.  
Ventraal is het ingetrokken litteken zichtbaar.



**Casus 16:** man, geboren in 1935, arts

*Trauma april '77*

Tijdens een hockey-wedstrijd viel een (zware) tegenspeler op het gestrekte rechter onderbeen. Hierdoor ontstond een midschacht ongecompliceerde crurisfractuur met een los driehoekig fragment (afb. 5.3-A).

*Primaire behandeling (elders)*

AO-plaatosteosynthese (afb. 5.3-B); nadien werd het onderbeen gedurende 2 maanden beschermd in een bovenbeengips. In september van dat jaar werd verdere bescherming niet meer nodig geacht en mocht patiënt vrij lopen. In oktober voelde hij een 'knap' in het been dat daarna pijnlijk werd. De plaat bleek te zijn gebroken.

*Vervolgbehandeling (elders)*

Januari '78 werd de plaat verwijderd. Consolidatie van de fractuur bleef uit.

*Situatie vóór CSP*

Pseudarthrose zonder defect of infect (afb. 5.3-C).

*CSP april '78*

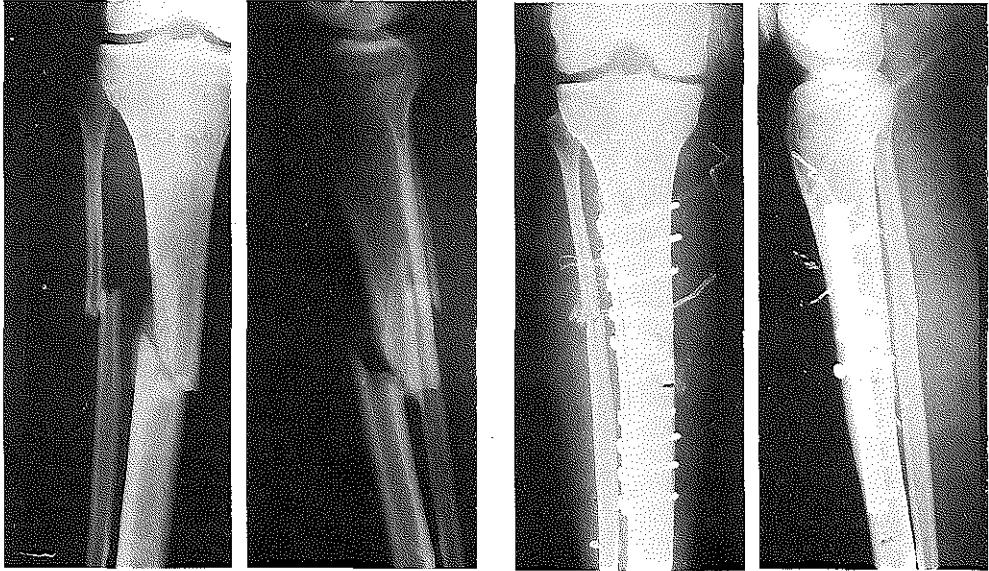
Ongecompliceerd. Zes maanden later was de pseudarthrose vrijwel geconsolideerd en liep hij zonder bescherming (afb. 5.3-D).

*Na-onderzoek november '88*

Anamnese: na lang staan ontstaat wat pré-tibiaal oedeem, overigens zijn er geen klachten. Met name enkelklachten ontbreken. De loopafstand is onbeperkt. Hardlopen is zonder problemen mogelijk. Sportieve activiteiten zijn hockey, tennis, skiën, golf en bergwandelen. De Karnofsky-score bedraagt 90 punten (vóór het trauma 100, vóór de CSP 80). Lichamelijk onderzoek: licht mankend looppatroon. Overigens, behalve de operatie-littekens, geen relevante afwijkingen. De enkelfunctie is licht beperkt na een distorsie kort voor het na-onderzoek.

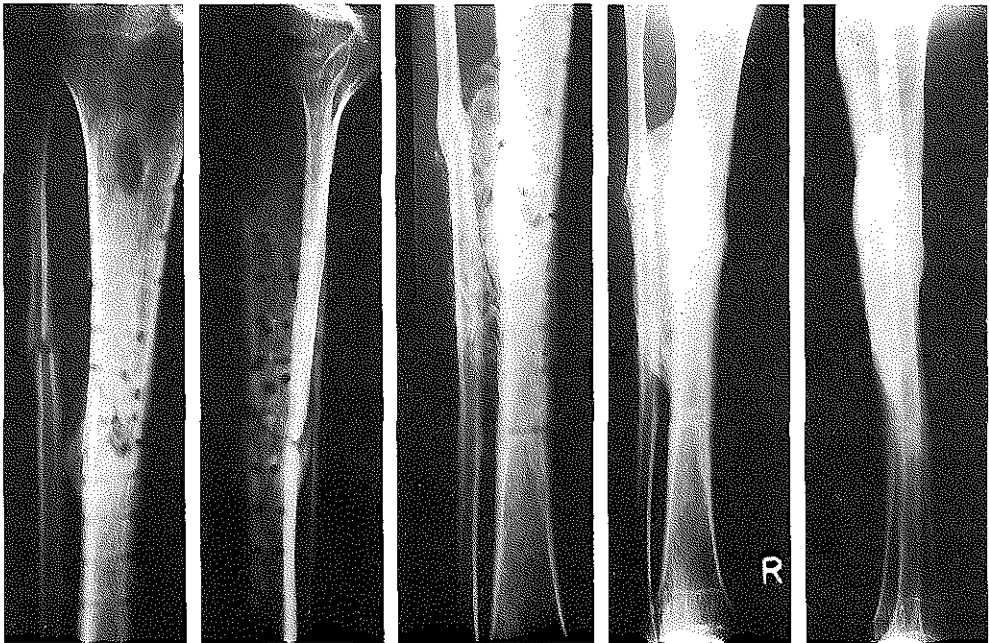
Röntgenonderzoek: de pseudarthrose is niet meer zichtbaar en er heeft zich een synostose ontwikkeld tussen tibia en fibula (afb. 5.3-E). Het computertomogram laat zien dat deze een mergholte bevat (afb. 5.3-F). De enkelgewrichten zijn, ruim 10 jaar na het verwezenlijken van de synostose, röntgenologisch gaaf (afb. 5.3-G).

Afb. 5.3 Casus 16. Een 42-jarige man met een ongecompliceerde crurisfractuur rechts door een sportongeval.



A. VA en Lat. röntgenopname van de primaire fractuur.

B. Idem na AO-plaatosteosynthese.



C.

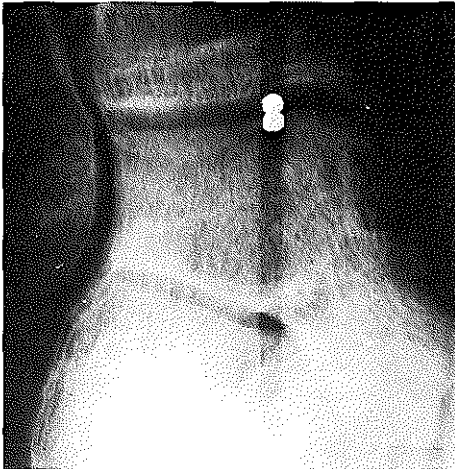
D.

E.

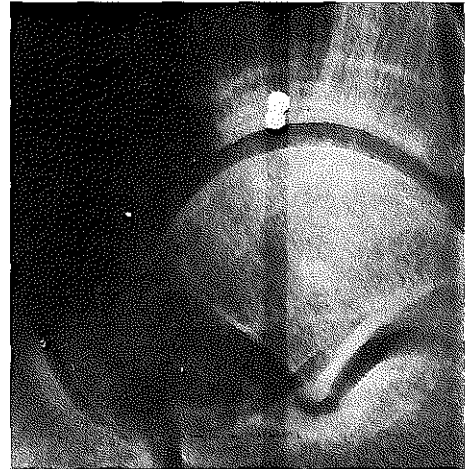
- C. VA en Lat. röntgenopname direct vóór CSP. Vijf maanden na het verwijderen van de plaat bestaat een pseudarthrose zonder defect of infect.
- D. VA röntgenopname 6 maanden na CSP. De consolidatie is in gang maar aan de mediale zijde van de tibia is ter hoogte van de vroegere pseudarthrose nog een kleine onderbreking zichtbaar.
- E. VA en Lat. röntgenbeeld 10 jaar na CSP. De vroegere pseudarthrose, die wordt overbrugd door een tibiofibulaire synostose, is volkomen benig doorbouwd.



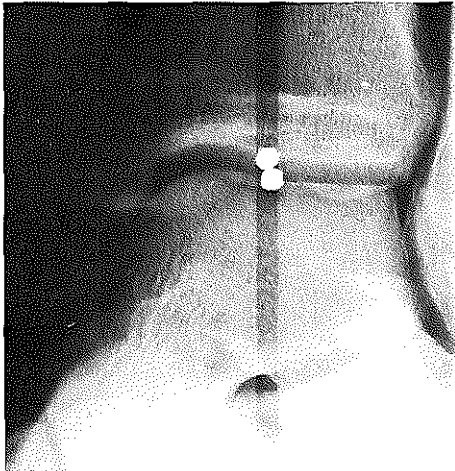
F. Een transversale CT-snedede toont de tibio-fibulaire synostose met corticale begrenzing en mergholte.



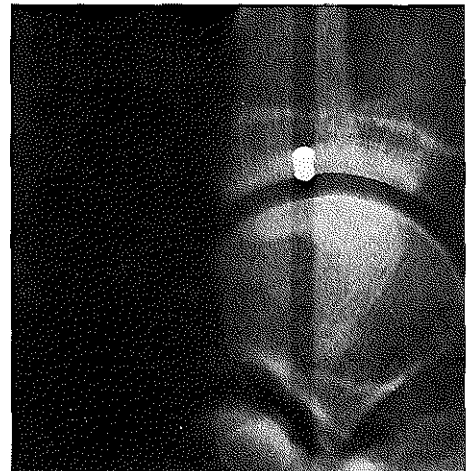
Rechter enkel VA.



Rechter enkel Lat.



Linker enkel VA.



Linker enkel Lat.

### Casus 23: geboren juli 1931, zakenman

Tien jaar na een gecompliceerde onderbeenfractuur werd een correctie-osteotomie verricht in verband met een sterke varusstand. Patiënt had pijn in het onderbeen gehouden vanaf het moment van de fractuur en het is onwaarschijnlijk dat deze op het moment van de osteotomie was geconsolideerd. De osteotomie, die werd gefixeerd met een plaat, ontwikkelde zich tot een evidente pseudarthrose. Pas 28 jaar na het ongeval werd opnieuw medische hulp ingeroepen. Het grootste deel van deze periode droeg patiënt een pseudarthrosekoker. In '82 werd een CSP verricht en ruim een jaar later was de pseudarthrose geconsolideerd. De Karnofsky-score steeg hierdoor van 60 naar 90 punten. Bij de berekening van de gemiddelde perioden (hoofdstuk 5) is deze casus buiten beschouwing gelaten.

Van bijzonder belang is de volgende casus waarbij alle behandelingen hebben gefaald.

### Casus 24: man, geboren in 1944, pijpfitter/lasser

#### *Trauma 4 september '77*

Trap tegen het linker onderbeen bij voetbal waardoor een dwarse, ongecompliceerde crurisfractuur ontstond in het distale 1/3 deel.

#### *Primaire behandeling (elders)*

AO-plaatosteosynthese. Het postoperatieve beloop was ongestoord. Er waren geen tekenen van infectie. Op 2<sup>e</sup> Kerstdag '77 hoorde patiënt een knap in het onderbeen. De plaat bleek te zijn gebroken.

#### *Vervolgbehandelingen (elders)*

|              |                                                                                             |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Januari '78  | De plaat werd verwijderd. De breuk zou 'vast zitten'.                                       |
| Augustus '78 | Fibularesectie, AO-plaatosteosynthese en spongiosaplastiek.                                 |
| Maart '79    | Wig-osteotomie, grendelplastiek en spongiosatransplantaat.                                  |
| April '79    | Manifesteert zich een wondinfectie.                                                         |
| Augustus '79 | Verwijdering schroeven.                                                                     |
| Najaar '79   | 3× sequesterectomie en 1× split-skin graft (SSG).                                           |
| April '80    | Plaatsen fixateur externe na sequesterectomie bij een nog altijd geïnfecteerde fractuur.    |
| Mei '80      | Spongiosatransplantaat met opboren van de mergholte.                                        |
| Juli '88     | SSG in verband met een huiddefect.                                                          |
| Augustus '80 | Verwijdering fixateur in verband met een pengat-infectie. Het been werd beschermd met gips. |

Gedurende deze perioden werd een wisselende flora gekweekt waartegen langdurig antibiotica werden toegediend.

#### *Vervolgbehandelingen (AZR)*

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Augustus '81 | Eerste bezoek AZR met een infect-pseudarthrose van tibia en fibula. Twee weken later werden necrotisch bot, necrotische weke-delen en restanten van schroeven verwijderd. De wond werd open gelaten. Het been werd geïmmobiliseerd in een gips met inspectieluik. Wondkweek: Pseudomonas en Proteus. |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*CSP (1) juni '82*

Op het moment van operatie was er nog drainage. Consolidatie bleef uit.

*CSP (2) oktober '83*

Tijdens deze operatie werd een deel van het eerder ingebrachte bot gereseceerd en vervangen door vers spongieus bot. Postoperatief ontstond wondinfectie (*Pseudomonas* en *Proteus*). Consolidatie bleef uit.

September '85

Incisie en drainage van een abces ter hoogte van de pseudarthrose.

November '85

Sequesterectomie.

*CSP (3) april '86*

Wondgenezing per primam, maar.....

November '86

Opflikkering van infectie ter hoogte van de nog immer bestaande pseudarthrose.

Na in totaal 13 operaties en 20 opnemingen in het ziekenhuis werd januari '87 overgegaan tot amputatie van het inmiddels sterk verkorte onderbeen (afb. 5.4).

*Na-onderzoek juni '88*

Na het ongeval heeft patiënt, die nu 44 jaar is, niet meer gewerkt. Hij kan  $\pm 750$  meter lopen met zijn PTB-prothese en is in staat om zijn hobby's (vissen, biljarten en zwemmen) uit te oefenen. Hoewel met de prothese goed te leven valt is hij blij dat alle pogingen zijn ondernomen om het been te behouden.



Afb. 5.4. Casus 24. Een 33-jarige man met een ongecompliceerde dwarse crurisfractuur links door een sportongeval.

VA en Lat. röntgenopname van de geïnfecteerde pseudarthrose vóór amputatie. Na 13 operaties, waaronder 3 maal een CSP, werd besloten het inmiddels sterk verkorte onderbeen te amputeren. Rond de pseudarthrose heeft het bot een hyperdens aspect. Ventraal zijn enkele kleine botfragmenten zichtbaar.

**Casus 31:** jongen, geboren juni 1972, scholier

*Trauma op 2 augustus '84*

Dit patiëntje is een 12-jarige boerenzoon. Zijn kleren werden gegrepen door de draaiende aandrijfjas van een melkmachine. Hierdoor ontstond beiderzijds een graad-III gecompliceerde crurisfractuur, een graad-I gecompliceerde femurfractuur rechts, een gesloten comminutieve femurfractuur links en een graad-III gecompliceerde enkelfractuur rechts. Ook had hij een gesloten humerusfractuur rechts. Ondanks de zeer uitgebreide weke-delenletsels van de onderste extremiteiten waren circulatie en sensibiliteit van beide voeten intact.

*Primaire behandeling op 2 augustus (elders)*

Wondtoilet beide benen, externe fixatie beide onderbenen, intramedullaire fixatie rechter femur, plaatosteosynthese linker femur en K-draadfixatie van de laterale malleolus. De operatie duurde acht uur.

*Vervolgbehandelingen (elders)*

In de daaropvolgende maand werden vele necrotomieën (5×) en huidtransplantaties (3× SSG) verricht.

*Overplaatsing AZR op 13 september 1984*

Bij overplaatsing naar de afdeling plastische chirurgie van het AZR was sprake van ernstige weke-delendefecten van beide onderbenen. Rechts lag een groot necrotisch deel van de tibia à vue, links was een groot necrotisch deel van tibia en fibula à vue (afb. 5.5-A).

In opeenvolgende sessies werd patiënt in samenwerking met de afdeling orthopaedie geopereerd:

- beide fixateurs alsmede de necrotische botdelen werden verwijderd (afb. 5.5-B);
- débridement en SSG van het rechter onderbeen;
- débridement, SSG en vrije latissimus dorsi lap van het linker onderbeen die 'end-to-end' werd aangesloten op de A. en V. fibularis.

*Situatie vóór de CSP's*

Nadat de weke-delen waren genezen werd overgegaan tot reconstructie van het bot (afdeling orthopaedie). Rechts bestond een botdefect van 20 cm, links van 11 cm.

*CSP links, juni '85*

Het defect werd overbrugd met een corticalisspaan uit het femur en een spongiosatransplantaat. Complicatie: aspiratie na wisselen van het gips onder narcose.

*CSP rechts, oktober '85*

Ook rechts werd het defect overbrugd met een corticalisspaan uit het femur en een spongiosatransplantaat. Het post-operatieve beloop was ongestoord. Klinisch was het onderbeen juli '86 geconsolideerd. Januari 1987 liep patiënt volledig belast zonder uitwendige bescherming (wel met steun van krukken).

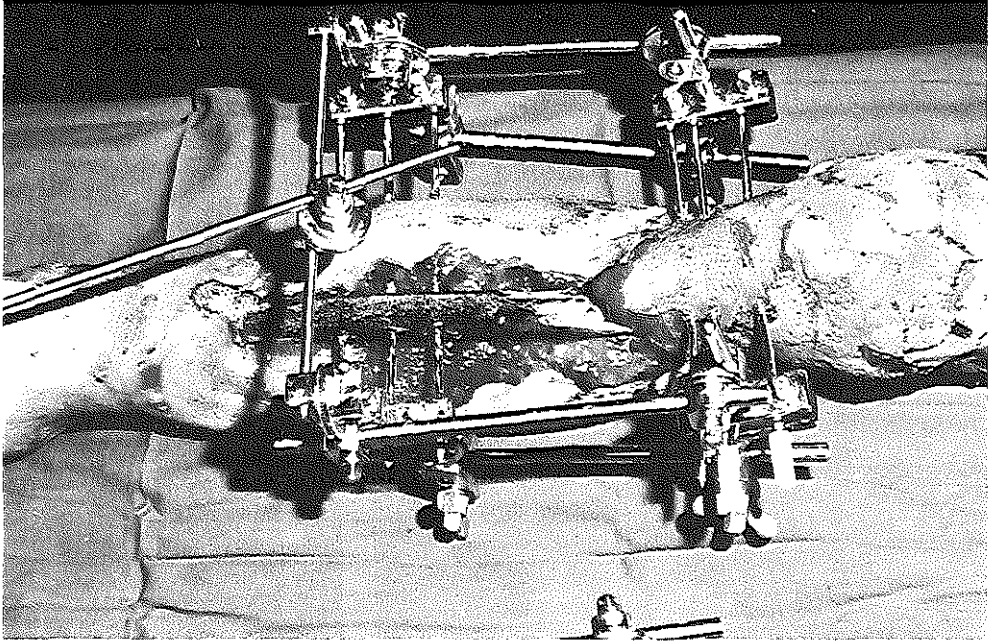
*Na-onderzoek juni '89*

Anamnese: ondanks de ingrijpende langdurige behandeling (18× narcose, hospitalisatie, angst voor dokters), is patiënt erg blij dat zijn beide onderbenen behouden zijn gebleven. Hij bezoekt de landbouwschool en rijdt weer op de tractor. De loopafstand is nog sterk beperkt ( $\pm 100$ m) en veelal worden krukken gebruikt (inmiddels is de actieradius verbeterd). De Karnofsky-score bedraagt 80 punten (vóór het ongeval 100, vóór de CSP's 40).

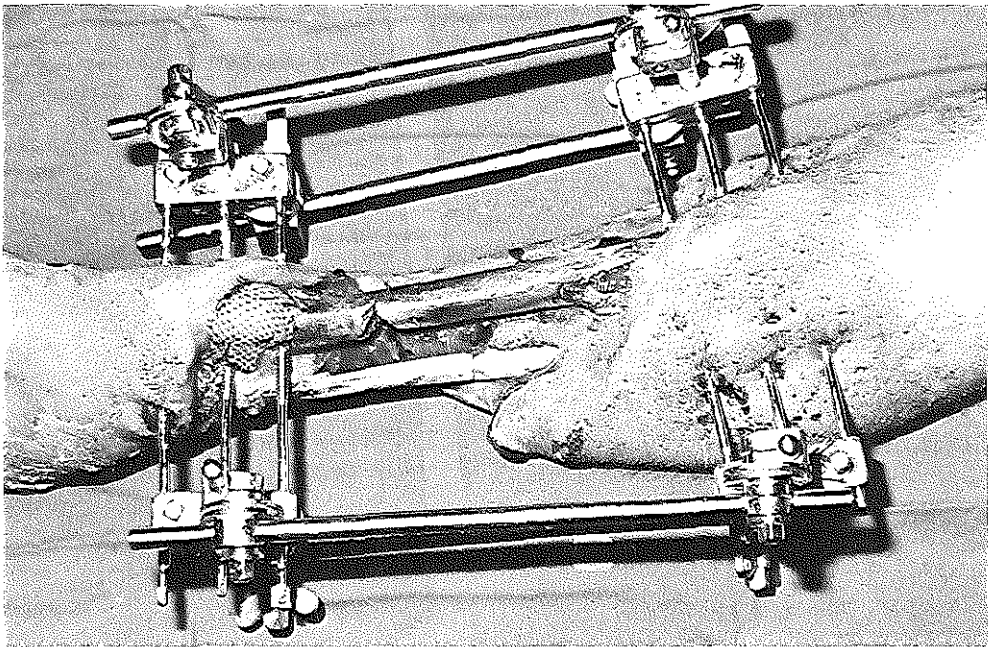
Lichamelijk onderzoek: de benen zijn sterk misvormd maar wel volledig belastbaar (afb. 5.5-C). Het looppatroon kan niet anders dan afwijkend zijn en er is een beenlengteverschil van 1 cm ten nadele van rechts. Beiderzijds bestaat een spitsvoet. De equinovarusstand van de rechter voet werd later (1990) gecorrigeerd.

Röntgenonderzoek: beide onderbenen zijn solide geconsolideerd (afb. 5.5-D).

Afb. 5.5 Casus 31. Een 12-jarige jongen met o.a. beiderzijds een graad-III gecompliceerde crurisfractuur met ernstig weke-delenletsel.



Rechter onderbeen.

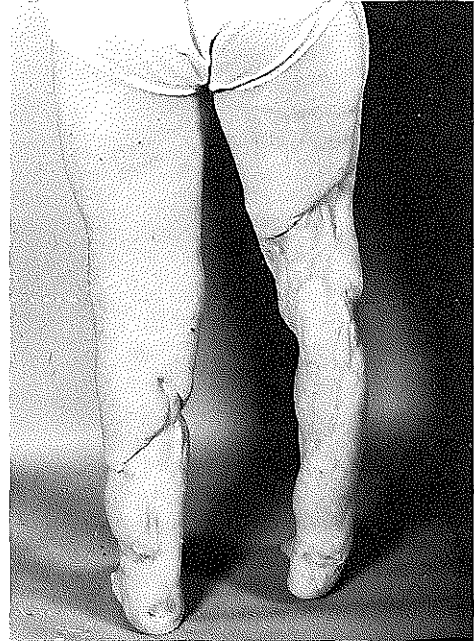
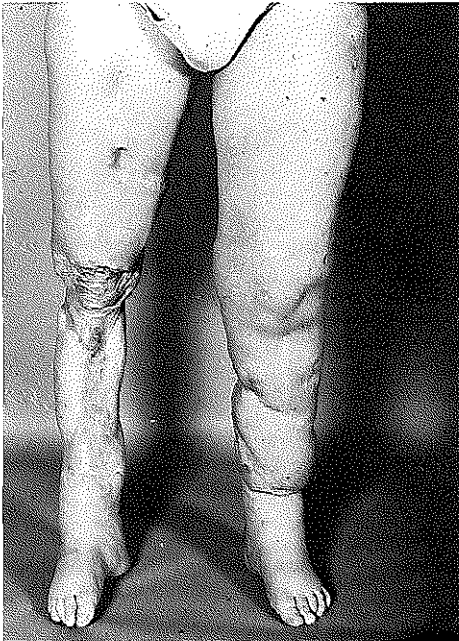


Linker onderbeen.

A. Klinisch aspect van beide onderbenen die worden gestabiliseerd door een externe fixateur. Bij overplaatsing naar het AZR, 6 weken na het trauma, ligt het necrotisch geworden bot beiderzijds bloot.



B. Na verwijderen van de fixateurs en het necrotische bot resteert links slechts een weke-delenverbinding tussen het proximale onderbeen en de voet.



C. Klinisch resultaat na 5 jaar. Halverwege het linker onderbeen is de myocutane lap zichtbaar waarmee het weke-delendefect werd bedekt. De varusstand van de rechter enkel werd later gecorrigeerd.





Rechter onderbeen.

Linker onderbeen.

D. VA en Lat. röntgenbeeld van beide onderbenen na 5 jaar. Het grote botdefect werd beiderzijds overbrugd door een corticalispaan met CSP waarna een belastbare benige verbinding tot stand is gekomen.

**Casus 35:** man, geboren in 1955, explosieven-springmeester

*Trauma oktober '84*

Zeer comminutieve, sterk gedислоceerde, graad-III gecompliceerde, fractuur op verschillende niveaus van het linker onderbeen, ten gevolge van een auto-ongeval. Nevenletsel: femurfractuur links.

*Primaire behandeling (elders)*

Cerclage met aanvullende externe fixatie (afb. 5.6-A).

*Vervolgbehandelingen (elders)*

Achtereenvolgens necrotomie met split-skin graft (SSG), wondtoilet, SSG, necrotomie met verwijderen van 10 cm bot en aanbrengen van een andere fixateur over de enkel (afb. 5.6-B), SSG (2×), vrije gevasculariseerde myocutane latissimus dorsi lap, SSG. Totaal 9× narcose vóór de CSP.

*Situatie vóór de CSP*

Pseudarthrose met botdefect van 8 cm.

*CSP december '85*

Gecompliceerd door oppervlakkig wondinfect dat snel genas met antibiotische therapie. Maart '86 liep patiënt, weliswaar tegen advies, volledig belast met bescherming. Juli '86 was de pseudarthrose geconsolideerd (afb. 5.6-D).

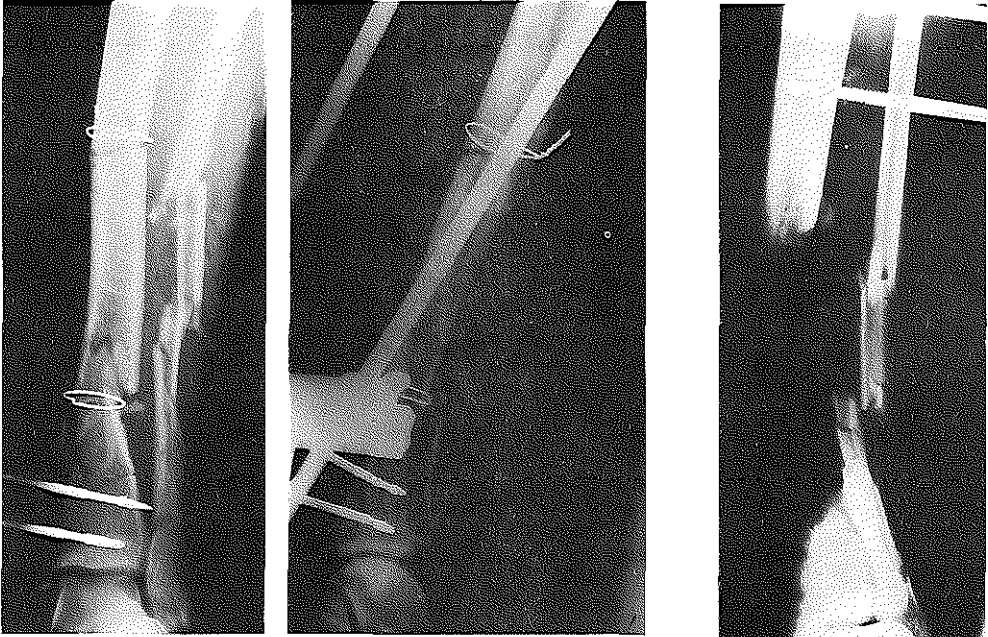
*Na-onderzoek december '88*

Anamnese: geen klachten, onbeperkte loopafstand, stijve enkel waarvan geen hinder. De Karnofsky-score bedraagt 90 punten (vóór het trauma 100, vóór de CSP 60). Beroep: springmeester (patiënt blaast o.a. oude bunkers op, werk waarbij hij de hele dag staat en loopt).

Lichamelijk onderzoek: vrijwel normaal looppatroon, ontsierende littekens met wekdelen defect voornamelijk mediaal en achter (afb. 5.6-F). Beenlengteverschil van 3,5 cm ten nadele van links dat wordt gecorrigeerd door een zool/hakverhoging. Er bestaat een functiestoornis van de Mm. peronei en van de diepe flexoren door verlittekening. De enkel functioneert redelijk (DF=15°, PF=20°, subtalair beperkt).

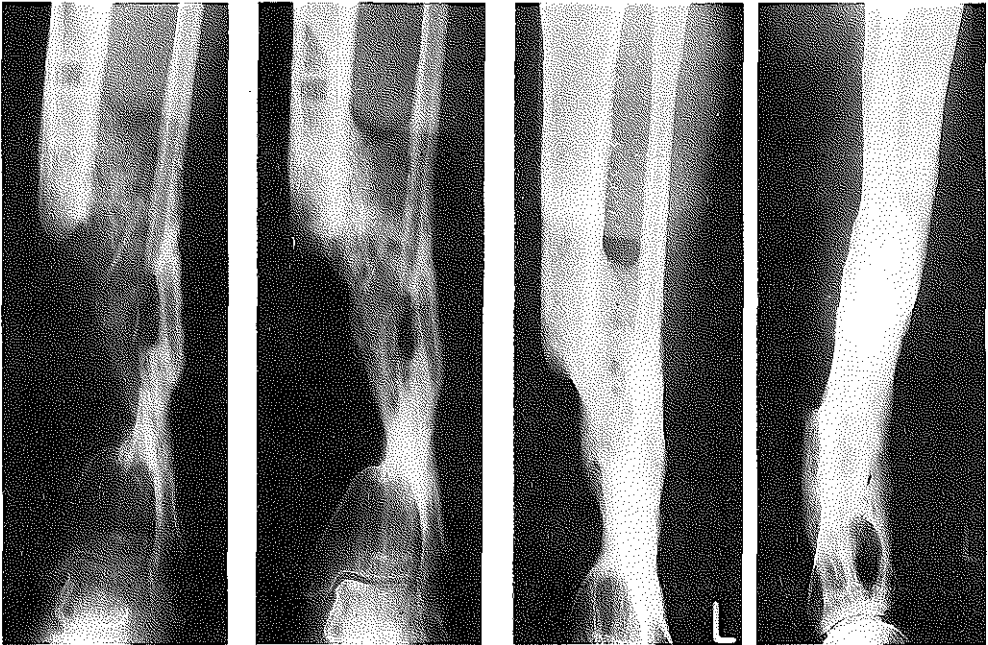
Röntgenonderzoek: massale centrale botbrug die het oorspronkelijke defect overbrugt (afb. 5.6-E). De talocrurale gewrichtsspleet is versmald in vergelijking met de gezonde enkel (afb. 5.6-G).

Afb. 5.6 Casus 35. Een 29-jarige man met een graad-III gecompliceerde comminutieve sterk gedислоceerde crurisfractuur 'a deux étages' links.



A. VA en Lat. röntgenbeeld na cerclage en externe fixatie.

B. VA röntgenbeeld na resectie van 10 cm necrotisch geworden tibia.  
De pennen van de fixateur externe zijn zichtbaar.

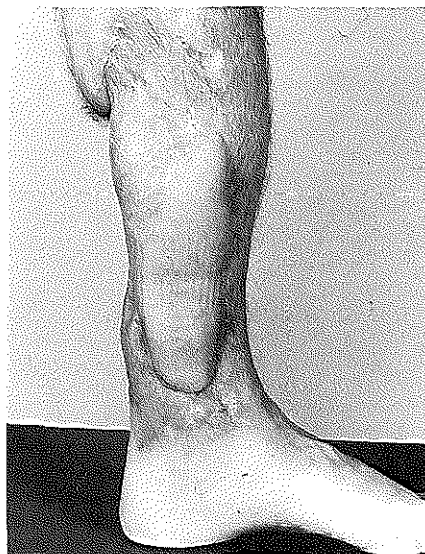


C.

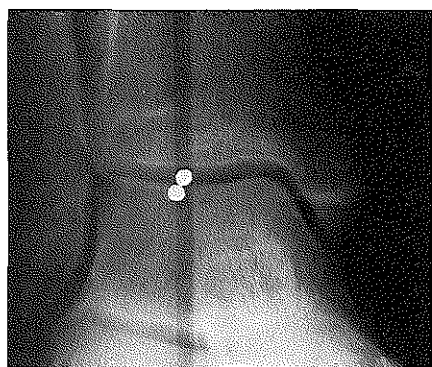
D.

E.

C. t/m E. laten de ontwikkeling van het spongiosatransplantaat zien. VA röntgenopname 3 maanden na CSP (C.), 8 maanden na CSP (D.) en de VA en Lat. opname 3 jaar na CSP (E.).



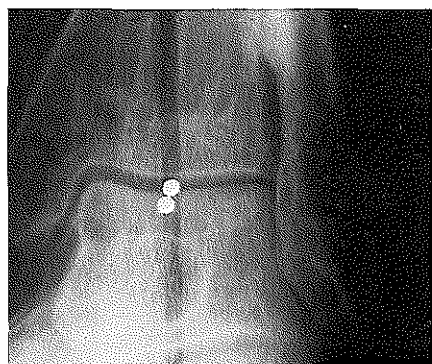
F. Klinisch aspect met mediaal de myocutane lap en dorsaal een weke-delendefect.



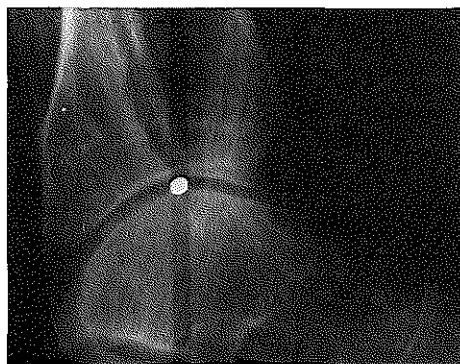
Rechter enkel VA.



Rechter enkel Lat.



Linker enkel VA.



Linker enkel Lat.

G. Gerichte VA en Lat. röntgenopnamen van beide enkelgewrichten. De gewrichtsspleet van de linker enkel is versmald en enigszins misvormd.

### Casus 37: jonge vrouw, geboren april 1968, scholiere

#### *Trauma mei '85*

Ten gevolge van een bromfietsongeval ontstond een zeer comminutieve, volkomen gedислоceerde, graad-III gecompliceerde crurisfractuur links in het proximale 1/3 deel (afb. 5.7-A). Er was sprake van een vrijwel circulair weke-delenletsel ter hoogte van de fractuur.

#### *Primaire behandeling (elders)*

Een zestal losse botstukken werd uitgekookt en teruggeplaatst in de wond. De fractuur werd gefixeerd met een plaat waarbij drie losse botfragmenten werden overbrugd (afb. 5.7-B) (bron: operatieverslag). Aanvullend werd een distale tibiasnaar geboord teneinde tractie te kunnen geven. Er ontstond wondinfectie met *Enterobacter cloacae*.

#### *Vervolgbehandelingen (elders)*

Augustus '84 Verwijdering plaat en sequesters (2 operaties).

Oktober '84 Spongiosaplastiek en aanbrengen van een fixateur externe.

#### *Vervolgbehandelingen (AZR)*

Bij het eerste consult bestond een geïnfecteerde defect-pseudarthrose (kweek: *Enterobacter*).

Februari '85 Verwijdering fixateur, sequesterectomie en opboren van de pengaten.

#### *Situatie vóór CSP*

Pseudarthrose met een botdefect van ruim 4 cm (afb. 5.7-C). Er bestond een slecht genezende wond aan de achterzijde van de knie, maar geen fistelende osteomyelitis. De voet stond in spits.

#### *CSP september '85*

Gelijktijdig met de CSP werd een arthrodese van het proximale tibiofibulaire gewricht uitgevoerd. Postoperatief bestond een partiële passagère uitval van de N. peroneus. Patiënte heeft lange tijd met een brace gelopen. Januari '87 kon zij zonder bescherming lopen. De ontwikkeling van de spongiosasnippers tot een solide botmassa is te zien op afb. 5.7-D t/m F.

#### *Na-onderzoek december '88*

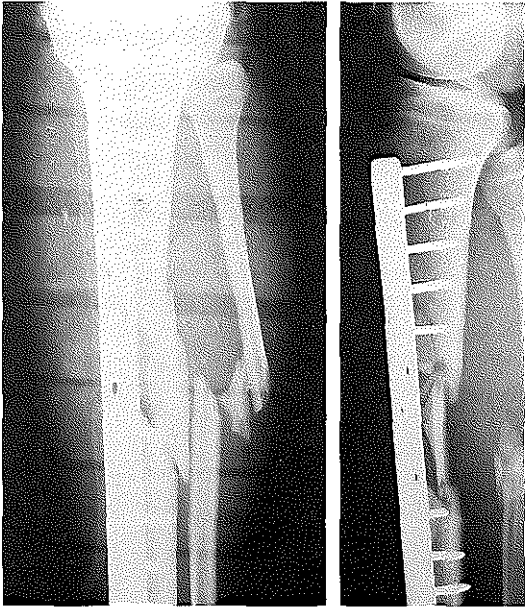
Anamnese: de loopafstand bedraagt ruim 5 km. Lang staan is moeilijk. De Karnofsky-score bedraagt 80 punten (vóór het trauma 100, vóór de CSP 50). De enkel is stijf en 's avonds wat dik, hetgeen echter nauwelijks hinder geeft. Sport: volleybal en zwemmen. Lichamelijk onderzoek: het looppatroon is ongestoord. Bij vermoeidheid zou patiënte licht manken. De traumatische littekens zijn ontsierend. Later werden deze door een plastisch chirurg gecorrigeerd. Er bestaat een beenlengteverschil van 2 cm ten nadele van links. De enkelfunctie is beperkt (DF=10°, PF=40°, subtalair beperkt).

Röntgenonderzoek: het defect in de tibia wordt overbrugd door het transplantaat (afb. 5.7-G). Het proximale deel van de fibula is gehypertrofieerd. Röntgenologisch zijn er tekenen van arthrose van het talocrurale gewricht met name gewrichtsspleetversmalling en osteofytvorming (afb. 5.7-H).

Afb. 5.7 Casus 37. Een 17-jarige vrouw met een graad-III gecompliceerde comminutieve volkomen gedislloeerde proximale crurisfractuur links.



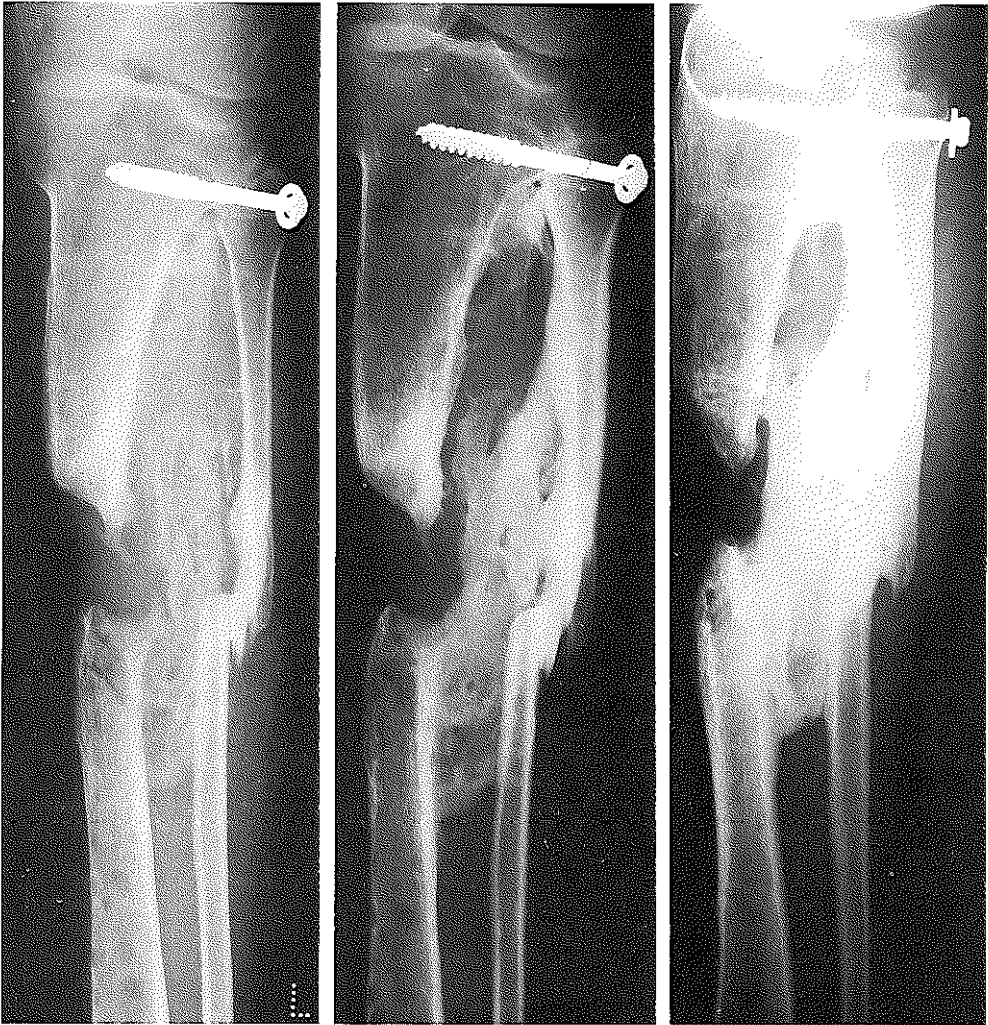
A. Detail van de VA röntgenopname toont de verbrijzelingsfractuur.



B. Röntgenbeelden na terugplaatsen van (tevorens uitgekookte) losse botfragmenten en na fixatie met een plaat.



C. VA röntgenbeeld vóór CSP: pseudarthrose met botdefect van 4 cm.

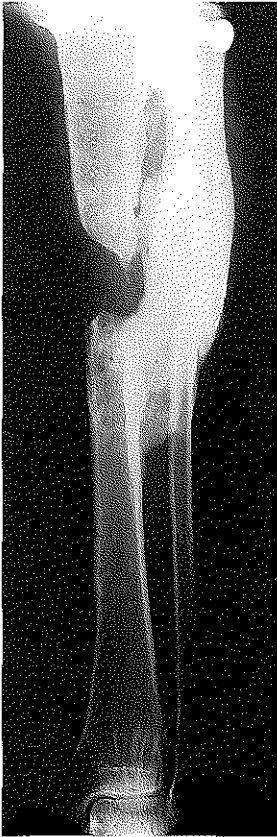


D.

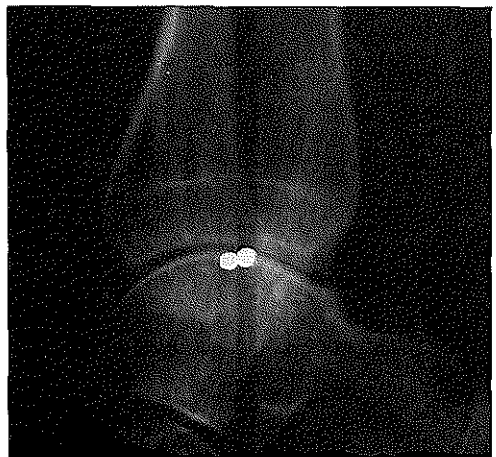
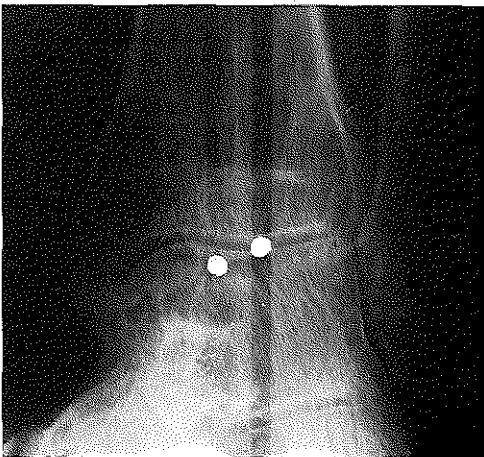
E.

F.

D. t/m F. laten de ontwikkeling van het spongiosatransplantaat zien. Endorotatie opnamen 3 maanden na CSP (D.), 1 jaar na CSP (E.) en 4,5 jaar na CSP (F.). Aanvankelijk verbindt alleen de fibula het proximale en distale deel van de tibia. Later is een verbinding tussen proximale tibia en transplantaat ontstaan. Gelijktijdig met de CSP werd een arthrodese van het proximale tibiofibulaire gewricht uitgevoerd.



G. VA en Lat. röntgenopname bij na-onderzoek.



H. Gerichte VA en Lat. röntgenopname van de linker enkel. De talocrurale gewrichtsspleet is sterk versmald. Aan de ventrale zijde zijn osteofyten zichtbaar.



# Overige patiënten

In de groep van 9 'overige patiënten' werd een centrale spongiosaplastiek (CSP) uitgevoerd op grond van de volgende indicaties: congenitale pseudarthrose van de tibia (5×), reconstructie van de tibiaschacht na tumorresectie (3×) en na osteomyelitis (1×).

### 6.1 Congenitale pseudarthrose van de tibia

De congenitale pseudarthrose van de tibia is een zeldzame aandoening waarvan het natuurlijk beloop sterk wisselt (Morrissy 1982). De naam congenitale pseudarthrose is eigenlijk niet helemaal juist maar uit klinisch oogpunt wel praktisch. Een congenitale afwijking is per definitie aanwezig bij de geboorte maar bij de congenitale pseudarthrose is dat lang niet altijd het geval. Een aantal ontstaat pas in de loop van de eerste levensjaren, als gevolg van een pathologische fractuur in de vaak hypoplastische en anterolateraal gebogen tibia of ter plaatse van een cyste.

De aetiologie is onopgehelderd (Morrissy; Boyd 1982). Wel bestaat een relatie met neurofibromatose van Von Recklinghausen (Aegerter 1950), maar deze is niet absoluut en de aanwezigheid van deze ziekte beïnvloedt de uiteindelijke prognose vermoedelijk niet (Morrissy e.a. 1981; Sutcliffe en Goldberg 1982; Paterson 1989).

Verskillende indelingen zijn beschreven maar de classificatie van Boyd (1982), die berust op pathologie en natuurlijk beloop, is de meest complete en gebruikelijke. Boyd maakt onderscheid in 6 typen waarvan type II (anterolaterale bocht, horlogeglas-constrictie en spits toelopende boteinden) niet alleen het meest frequente, maar ook het meest beruchte is vanwege de agressieve osteolytische fibromatose.

De behandeling bestaat uit verschillende vormen van bottransplantaties en interne of externe fixatie (Umber e.a. 1982). Recent zijn daar electrostimulatie en het vrije gevasculariseerde fibulatransplantaat aan toegevoegd (Sutcliffe en Goldberg; Hagan en Buncke 1982; De Boer 1988). De resultaten zijn, na vaak vele operaties, over het algemeen teleurstellend. Wanneer het al gelukt om consolidatie te bewerkstelligen ontstaat veelal een misvormd verkort been en in de literatuur worden amputatiepercentages tot 40% gerapporteerd (Murray en Lovell 1982; Crosset e.a. 1989). Zelfs nadat consolidatie verkregen is treedt – op de kinderleeftijd – een refractuur met pseudarthrosevorming frequent op (Van

Nes 1966). Recidive is echter schaars na de adolescentie (Boyd 1982; Paterson 1989) en de resultaten op de leeftijd dat het skelet is uitgerijpt, vormen betrouwbare indicatoren voor de lange termijnresultaten (Crosset e.a. 1989).

Vijf patiëntjes met een congenitale pseudarthrose van de tibia werden één of meerdere malen met een CSP behandeld op de wijze zoals die in hoofdstuk 3 staat aangegeven. Bovendien vond soms aanvullende intramedullaire fixatie plaats al dan niet met transfixatie door de enkel. Hun ziektegeschiedenissen vormen een illustratie van het wisselende beloop en de hardnekkigheid van deze aandoening. De resultaten volgens de criteria van Morrissy (1981) zijn: goed (1×), matig (2×), slecht (1×) en amputatie (1×).

**Casus 49:** meisje, geboren februari 1975, 14 jaar bij na-onderzoek, 'café au lait' vlekken, vader en zusje bekend met de ziekte van Von Recklinghausen.

Kort na de geboorte viel op dat het linker scheenbeen krom was.

In de loop der tijd nam deze anterolaterale kromming sterk toe.

November '76 ontstond een spontaanfractuur door een cysteus gebied in een dysplastisch deel van de tibiaschacht op de overgang van middelste- naar distale 1/3 deel. December '76, dus nog voor het tweede levensjaar, werd een CSP verricht. De operatie en het postoperatieve beloop verliepen ongestoord. Proximaal ontstond een benige verbinding tussen tibia en fibula maar distaal bleef consolidatie uit. Maart '78 werd de CSP in het distale gebied uitgebreid en september '78 was röntgenologische consolidatie opgetreden. Patiëntje liep met een beschermende lederen laars tot het vierde jaar en problemen deden zich nadien niet meer voor.

Bij na-onderzoek, ruim 10 jaar na consolidatie, heeft patiënte een misvormd maar belastbaar been met 28° antecurvatie en 26° varus. Er bestaat een beenlengteverschil van 2 cm ten nadele van links. De loopafstand bedraagt 2,5-5 km en af en toe heeft patiënte geringe pijn ter plaatse van de knik. De enkelfunctie is, de antecurvatie in aanmerking nemend, normaal.

**Casus 50:** meisje, geboren oktober 1976, 12 jaar bij na-onderzoek, 'café au lait' vlekken, moeder en zusje met de ziekte van Von Recklinghausen.

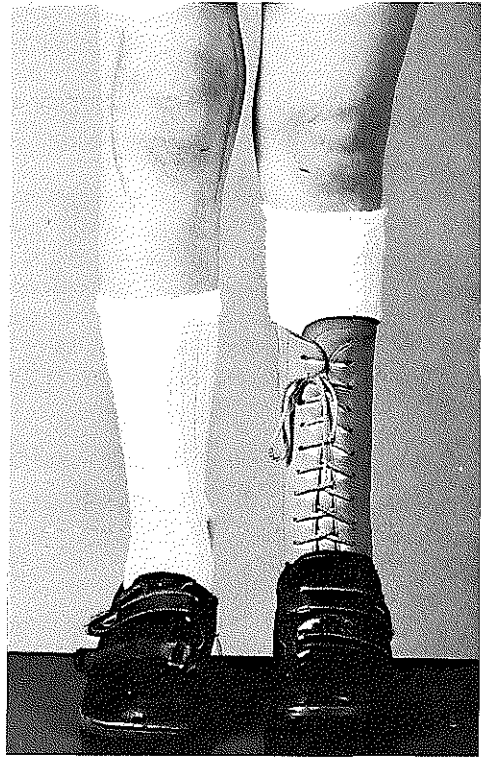
Na de geboorte bleek het linker onderbeen krom te zijn. Enkele weken later werd medische hulp gezocht omdat de baby steeds huilde bij het verwisselen van de luier en 6 weken na de geboorte werd de diagnose – congenitale pseudarthrose van de tibia – elders gesteld. Gipsimmobilisatie bood geen soelaas en patiëntje werd verwezen naar het Sophia Kinderziekenhuis (SKZ). Februari '78 werd een CSP verricht. Bij deze operatie werd materiaal verwijderd waarvan de histologie paste bij neurofibromatose. Proximaal ontstond een synostose maar distaal bleef consolidatie uit. Oktober '79 werd een tweede CSP uitgevoerd. Het fibreuze weefsel tussen de fractuureinden werd daarbij geresceerd. Vijf maanden later was de fractuur geconsolideerd en patiëntje kreeg een lederen laars ter bescherming.

December '83 vond een correctieosteotomie plaats in verband met sterke antecurvatie ter hoogte van de pseudarthrose. Februari '85 moest deze ingreep worden herhaald. Bovendien werd de gecorrigeerde stand nu bewaard door een intramedullaire Steinmannpen die zowel de calcaneus als de talus penetreerde (transfixatie). Januari '89, op 12-jarige leeftijd, werd een epifysiodese rond de rechter knie verricht in verband met een beenlengteverschil van 7,5 cm.

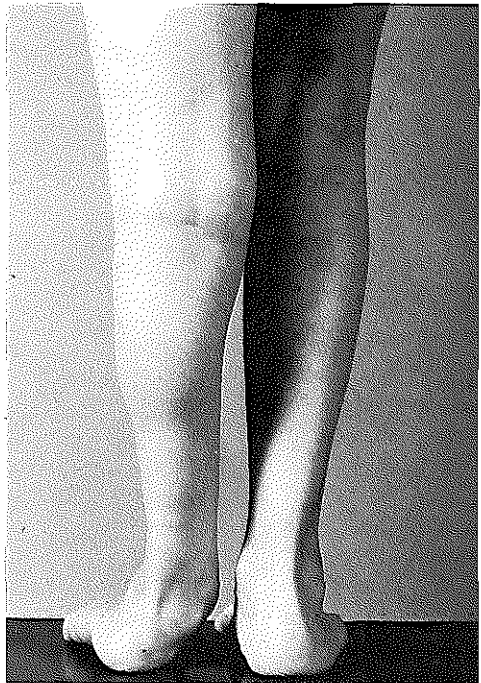
Bij na-onderzoek in maart '89 draagt patiëntje een arthrodesekoker met extensiebinnensool (afb. 6.1-A). De achtervoet staat in  $\pm 45^\circ$  equinus (afb. 6.1-B). Zonder orthose is een plantigrade voetstand mogelijk door een sterke valgus ex equinus (afb. 6.1-C). Patiëntje heeft geen klachten, loopt vrijwel onbeperkt en doet mee met schoolgymnastiek. Door de vele ziekenhuisopnemingen heeft zij één klas gedoubleerd.

Afb. 6.1 Casus 50. Een 12-jarig meisje met congenitale pseudarthrose van de linker tibia.

A. Klinisch aspect met de orthose die het beenlengteverschil corrigeert. Aan weerszijden van de rechter knie zijn twee operatielittekens van de epifysiodese zichtbaar.



B. Zonder orthose loopt patiëntje met de vóet in sterke spits.



C. Door valgus-abductie is de voet plantigraad te brengen.

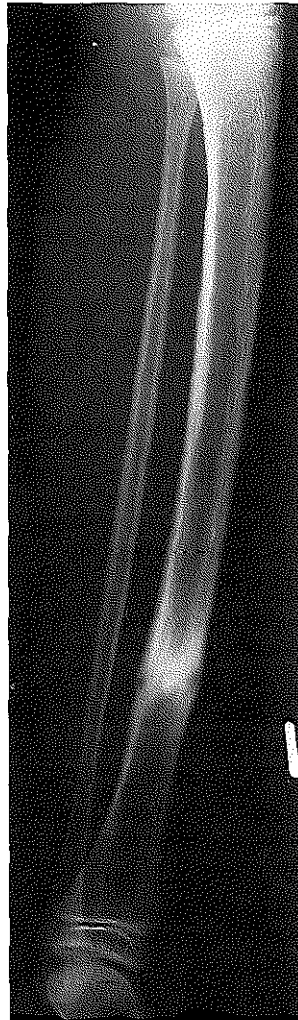
Dat niet alleen de dysplastische congenitale pseudarthrosen problemen kunnen geven moge blijken uit de volgende ziektegeschiedenis:

**Casus 51:** meisje, geboren december 1972, 16 jaar oud bij na-onderzoek. Geen aanwijzingen voor de ziekte van Von Recklinghausen.

In 1979, op zesjarige leeftijd, begon patiëntje te klagen over pijn in het linker onderbeen die toenam bij lopen. Ook was zij snel vermoeid. Zij werd juni '80 elders gezien waar een oude, genezen fractuur van de linker tibia werd geconstateerd (afb. 6.2-A).

Behandeling werd niet ingesteld. Eerdere foto's van de onderbenen, die bij toeval waren gemaakt in verband met een femurfractuur, lieten geen afwijkingen zien. November van dat jaar werd patiëntje door de huisarts verwezen naar het SKZ. Ook daar werden de klachten toegeschreven aan de recent genezen tibiafractuur. Nimmer echter, had een adequaat trauma plaatsgevonden.

Afb. 6.2 Casus 51. Een in 1972 geboren meisje met congenitale pseudarthrose van de linker tibia.



A. VA en Lat. röntgenopname in 1980.

B. Endorotatie opname 1 jaar na CSP (medio '83). Proximaal ontstond een synostose maar distaal niet.

De diagnose – congenitale pseudarthrose van de tibia, distale 1/3 deel – werd pas gesteld in mei '82. De aanvankelijk lichte varusstand was toen toegenomen tot  $20^\circ$  en er was bovendien  $15^\circ$  antecurvatie ontstaan. Het linker onderbeen was ruim 1 cm korter en tevens bestond een verschil in voetgrootte van twee schoenmaten.

Juli '82 werd een correctieosteotomie met CSP verricht. Proximaal trad consolidatie op maar distaal kwam geen synostose tot stand (afb. 6.2-B). December '83 werd de CSP uitgebreid in het distale gebied. Vier maanden later was de pseudarthrose klinisch en röntgenologisch geconsolideerd en juni '84 liep patiëntje zonder brace (afb. 6.2-C). In oktober '84 ontstond, zonder aanwijsbaar trauma, een fractuur distaal van de synostose (afb. 6.2-D). Na onbloedige repositie ontstond wederom een varus/antecurvatie misvorming. Aangezien de fractuur mei '85 nog niet geconsolideerd was werd een derde CSP uitgevoerd. Tevens werd bij deze laatste operatie een Rushpen vanuit proximaal ingebracht. December '85 werd de pen verwijderd; de fractuur was toen geconsolideerd. Bij na-onderzoek, februari '89, heeft het been een goede asrichting. De fracturen zijn geconsolideerd maar het distale gebied toont sterke osteoporose (afb. 6.2-E). De loopafstand is vrijwel onbeperkt. Het beenlengteverschil bedraagt 2,5 cm; de enkel-functie is licht beperkt en geeft geen klachten.



C.

D.

E.

C. VA röntgenopname 1 jaar na uitbreiding van de CSP in het distale gebied (medio '84). Ook distaal van de pseudarthrose is een synostose ontstaan.

D. Oktober '84 ontstond een spontaanfractuur distaal van de synostose.

E. VA en Lat. röntgenopname bij na-onderzoek. Na een 3<sup>e</sup> CSP met correctie-osteotomie zijn beide fracturen in goede stand geconsolideerd.

**Casus 52:** meisje, geboren juli 1979, helft van een tweeling, 10 jaar oud bij na-onderzoek, 'café au lait' vlekken. Vader, 3 zusjes en een broer lijden allen aan de ziekte van Von Recklinghausen.

Direct na de geboorte werd een krom rechter onderbeentje geconstateerd dat op bijna 4-jarige leeftijd brak na een triviaal trauma. De fractuur consolideerde niet. Juni '84 werd een CSP verricht waarbij de pseudarthrose werd gereceerd (gastoperatie ander ziekenhuis). Ter fixatie werd een intramedullaire Rushpen ingebracht, maar de stabiliteit die hiermee werd verkregen was minimaal (bron: operatieverslag). Distaal trad consolidatie op maar proximaal bleef deze uit. Januari '87 ontstond een fissuur in het distale tibiadeel die niet consolideerde. Patiëntje stond op dat moment nog op de wachtlijst voor een distale tibiofibulaire fusie, zoals beschreven door Langenskiöld (1967), in verband met een progressieve valgusstand van de enkel. Aan diverse oproepen voor operatie was geen gehoor gegeven. Op verzoek van moeder en in overleg met het SKZ vond verdere behandeling plaats in het nabijgelegen ziekenhuis waar ook de eerste operatie was uitgevoerd. Januari '89 werd een distale tibiofibulaire fusie verricht.

Een bezoek aan het ziekenhuis voor na-onderzoek werd door de moeder geweigerd maar met een huisbezoek, dat plaatsvond in november '89, werd ingestemd. Patiëntje mag en kan dan nog niet staan op het rechter been en ze beweegt zich voort op krukken of in een rolstoel met het been in een bovenbeenspalk. Het sterk atrofische been – dat 3 cm korter is dan het linker – heeft 15° antecurvatie en de pseudarthrose is beweeglijk bij manipulatie. De knie beweegt van -5 tot 45°; de enkel is vrijwel stijf. Er is 1 schoenmaat verschil in voetgrootte. Sociale problematiek bleek debet aan het slecht nakomen van afspraken.

**Casus 53:** jongen, geboren juli 1977, onderbeenamputatie op 10-jarige leeftijd, multipele 'café au lait' vlekken.

Rond de 1<sup>e</sup> verjaardag werd een bocht in het linker onderbeen opgemerkt waarvoor patiëntje een beugel kreeg. Tijdens reparatie van de beugel – op 3-jarige leeftijd – ontstond een fractuur in het distale 1/3 deel van de tibia. Deze consolideerde niet en in februari '82 werd een CSP verricht. Ook nu bleef consolidatie uit. De aangemeten bovenbeenbeugel werd maar sporadisch gebruikt en in Januari '88 ontstond een fractuur distaal van de pseudarthrose. Deze consolideerde evenmin en september '88 werd een onderbeenamputatie verricht. Er bestond op dat moment een beenlengteverschil van 3,5 cm. De behandeling was inmiddels sinds geruime tijd overgenomen door een orthopaedisch chirurg elders in den lande. Een telefoongesprek met deze orthopaed bracht aan het licht dat ook daar de adviezen omtrent de behandeling in de wind werden geslagen. De orthose werd niet gedragen waardoor het beentje dubbelknakte. Op uitdrukkelijk verzoek en daarbij de voorgeschiedenis in ogenschouw nemend, werd overgegaan tot amputatie. Het amputatiepreparaat liet grote neurofibromen zien ter plaatse van de N. tibialis posterior.

Moeder deelde telefonisch mee dat zowel patiëntje als de ouders blij waren met de genomen beslissing en dat hij met zijn prothese uitstekend overweg kon. De behandelend orthopaed kon dit beamen.

## 6.2 Grote botdefecten na tumorresectie

Tussen 1977 en 1982 werden drie patiënten met een primair bot-sarcoom in de tibiaschacht operatief behandeld zonder aanvullende chemotherapie of radiotherapie. Tweemaal betrof het een adamantinoom, een zeldzame bottumor (Moon en Mori 1986; Gebhardt e.a. 1987). De derde was een osteosarcoom. In alle gevallen werd de tumor oncologisch ruim geresceerd waardoor een defect in de tibiaschacht ontstond met een lengte van 15 tot 26 cm. De resectie werd gevolgd door reconstructie van het onderbeen in twee tempi:

- in de eerste stap werd het defect overbrugd door interpositie van een corticalispaan uit de contralaterale tibia;
- in de tweede stap werd een CSP verricht waarbij de gehele ruimte tussen de fibula en de corticalispaan werd opgevuld met spongieus bot.

In deze procedure vervult de corticalispaan tijdelijk de functie van 'spacer' en 'matrijs'. De latere sterkte van het been moet echter komen van het spongiosa-transplantaat dat zich transformeert tot een nieuwe centraal gelegen schacht.

De resectie en transplantatie van de tibiaspaan werden bij twee patiënten in één sessie uitgevoerd en bij één patiënt na een korte tussenpoos. Aansluitend aan de operatie werden beide benen uitwendig beschermd. Ook het donorbeen werd beschermd met een PTB-gips gedurende 2 maanden omdat – na uittrekken van een corticalispaan – een pijpbeen kwetsbaar is voor met name rotatiekrachten.

De CSP werd uitgevoerd nadat de wonden waren genezen en nadat de definitieve uitslag van de pathologische-anatomie bekend was.

Ná de CSP werd het been beschermd met een bovenbeengips. Geleidelijke belasting was mogelijk na ongeveer twee maanden. Een brace werd gedragen tot volledige consolidatie was bereikt.

Alle patiënten werden klinisch en röntgenologisch gecontroleerd. Recidive van de tumor werd niet gezien bij een follow-up van 6-12 jaar. De functie werd geëvalueerd volgens de criteria van Enneking (Enneking 1987) en is bij twee patiënten uitstekend en bij één matig ten gevolge van de enkelarthrodese. Deze arthrodese was echter onvermijdelijk, gezien de localisatie van de tumor. De ziektegeschiedenissen van deze drie patiënten worden besproken.

**Casus 54:** vrouw, geboren april 1951, adamantinoom rechter tibia, stadium IA, botdefect 17 cm.

December '55 werd elders een tumor in de rechter tibiaschacht geëxcocleëerd. Differentieel diagnostisch dacht men aan een mengtumor of adamantinoom. Controle werd uitgevoerd door de huisarts. In 1976, dus 21 jaar later, ontstond een recidief-zwelling waarvoor een profexcisie werd verricht. P.A.: adamantinoom (Commissie voor Beentumoren [CvB]).

Februari '77 werd de tumor in de rechter tibia ruim geresceerd waarna het ontstane botdefect van 17 cm werd overbrugd met een corticalispaan uit de contralaterale tibia. Het rechter been werd tijdelijk gestabiliseerd met een externe fixateur.

Juli '77 werd een CSP verricht. Aangezien consolidatie proximaal uitbleef werd in mei '78 de CSP in dat traject uitgebreid. Augustus '78 werd klinische consolidatie vastgesteld en januari '79 liep patiënte belast zonder bescherming.

Bij na-onderzoek in juni '88 zijn er geen aanwijzingen voor tumorrecidief. Patiënte is vrijwel klachtenvrij en werkt part-time uit eigen verkiezing. De loopafstand is onbeperkt, zij speelt tennis en loopt regelmatig 3-5 km hard ondanks de sterke holvoeten die zij heeft op basis van de ziekte van Charcot-Marie-Tooth. De Karnofsky-score bedraagt 90 punten. De kniefunctie is normaal, de enkelfunctie licht beperkt. De synostose, die een lengte heeft van 27 cm loopt door tot aan het enkelgewricht.

**Casus 55:** man, geboren augustus 1958, laag-gradig osteosarcoom linker tibia stadium IA, ruime resectie inclusief het distale gewrichtsvlak, botdefect 15 cm.

Augustus '77 werd een harde zwelling aan de voorzijde van de linker tibia bemerkt, direct boven de enkel. November '77 werd een biopt genomen. De diagnose luidde: osteosarcoom met lage maligniteitsgraad (CvB). Januari '78 vond een blokresectie plaats tot aan de talus met meenemen van de Mm. tibialis anterior, de M. extensor hallucis longus en van het biopsielitteken. P.A.: goed gedifferentieerd intra-ossaal osteosarcoom.

Mei '78 werd het defect van 15 cm overbrugd met een spaan uit het proximale tibiadeel die met twee schroeven werd gefixeerd. Vervolgens werd in dezelfde operatieve sessie een CSP verricht. December '78 liep patiënt volledig belast met een lederen laars. Ondanks deze bescherming ontstond februari '79 een fractuur van de tibiaspaan. Deze werd conservatief behandeld maar consolidatie bleef uit. September '79 werd een tweede CSP uitgevoerd en drie maanden later was de fractuur geconsolideerd. Uit voorzorg werd tot medio '80 de laars gedragen.

Bij na-onderzoek in augustus '88 zijn er geen aanwijzingen voor tumorrecidief. Patiënt heeft een volledige baan waarin hij soms de hele dag loopt en staat. Over het algemeen zijn er geen klachten ondanks de arthrodese van de enkel. De loopafstand is onbeperkt maar het linker been is sneller vermoeid. De Karnofsky-score bedraagt 90 punten.

**Casus 56:** vrouw, geboren februari 1961, adamantinoom rechter tibia, stadium IB, botdefect 26 cm.

Voorgeschiedenis: Twee maal een fractuur van het rechter onderbeen na een betrekkelijk gering trauma (1967).

Februari '74 werd een zwelling midschacht in het rechter onderbeen bemerkt die in omvang toenam. Röntgenologisch werd een scherp begrensde cysteuze opheldering in de diaphyse gezien (afb. 6.3-A). Mei '74 werd de cyste geëxcochleëerd en opgevuld met spongieus bot. De diagnosen niet-ossificerend fibroom en fibreuze dysplasie werden overwogen (CvB). Augustus '74 was goede doorbouw ontstaan.

Mei '77 werd een recidief-zwelling bemerkt; er rezen twijfels over de juistheid van de diagnose en december '77 werd een biopsie genomen. De laesie werd als niet-ossificerend fibroom beschouwd (CvB). Regelmatige controle werd aanbevolen. In 1982 bleken de radiologische afwijkingen te zijn toegenomen (afb. 6.3-B) en werd de diagnose herzien in adamantinoom (CvB). Bovendien was ongeveer 8 cm proximaal van de laesie een satelliethaardje zichtbaar.

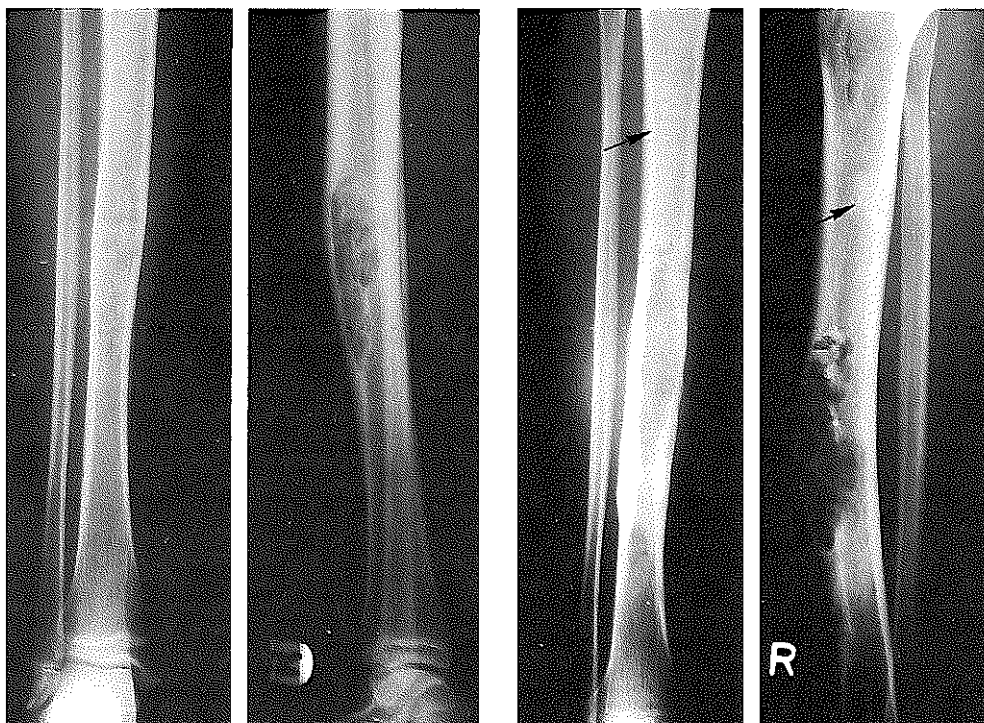
Oktober '82 werd een blokresectie (bot en huidlap) verricht met transpositie van een tibiaspaan van 29 cm lengte (iets langer dan het defect). De definitieve diagnose luidde: cysteus pijpbeenadamantinoom met satelliethaardje 8 cm proximaal (CvB). Het post-operatieve beloop werd gecompliceerd door wondrandnecrose. Het huiddefect werd bedekt met een split-skin graft. Januari '83 werd een CSP met arthrodese van het



proximale tibiofibulaire gewricht uitgevoerd en drie weken later werd patiënte onbelast gemobiliseerd. Een half jaar later liep zij partieel belast met een lederen laars (afb. 6.3-C).

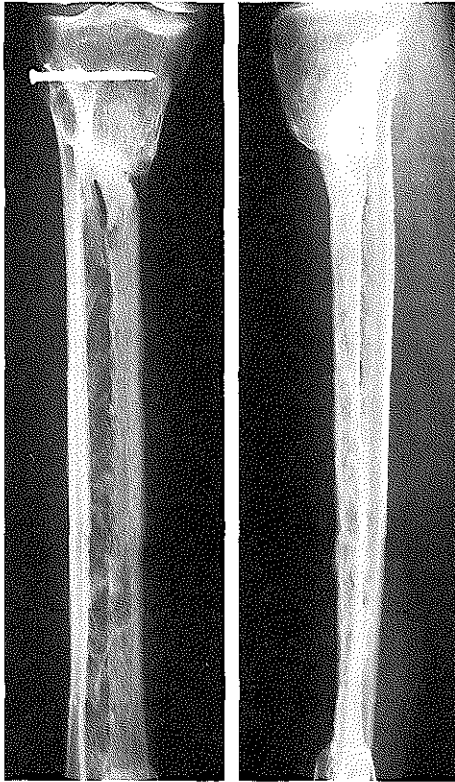
Bij na-onderzoek in november '89 is patiënte klachtenvrij. Er zijn geen aanwijzingen voor tumorrecidief (bron: recent onderzoek inclusief computertomografie en technetium scan). Zij kan zonder problemen enkele uren lopen en is in staat tot hardlopen. De Karnofsky-score bedraagt 100 punten. Er is geen beenlengteverschil en de enkelfunctie is praktisch normaal. Ook cosmetisch is het resultaat voor deze jonge vrouw alleszins bevredigend (afb. 6.3-D). Röntgenologisch wordt een centrale botmassa gezien die zich over vrijwel de gehele lengte uitstrekt, met hypertrofie van de spaan. Proximaal in de botmassa ziet men een uitsparing en het moet zo zijn dat hier de vaten passeren (afb. 6.3-E). Een CT-snede (afb. 6.3-F) laat zien dat zich in het transplantaat een mergholte heeft gevormd. Afb. 6.3-G toont een drie-dimensionale reconstructie die door de computer werd vervaardigd van de CT-sneden.

Afb. 6.3 Casus 56. Een in 1961 geboren vrouw met een adamantinoom van de rechter tibia.



A. Een VA en Lat. röntgenopname (1974) tonen een cysteuze opheldering in de diaphyse met verbreding van de schacht en verdunning van de cortex.

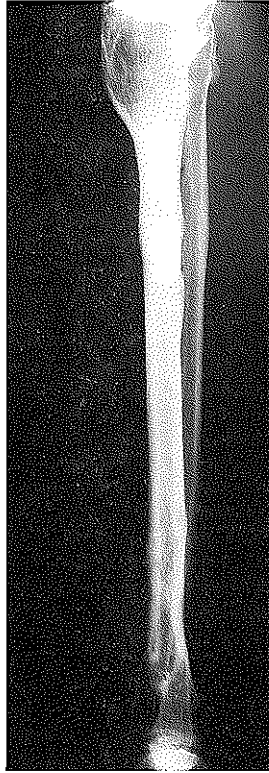
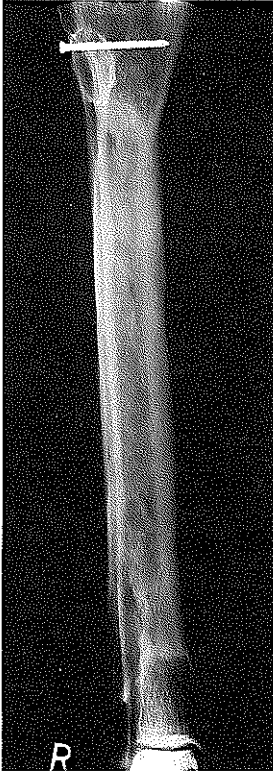
B. Idem. In 1982 zijn de röntgenafwijkingen toegenomen. Rond het distale deel van de cyste is de cortex onregelmatig verdikt. Proximaal van de laesie is bovendien een satelliethaard zichtbaar (zie pijl).



C. VA en Lat. röntgenbeeld 10 maanden na bloksectie van 26 cm tibiaschacht en reconstructie met corticalis-span en CSP.

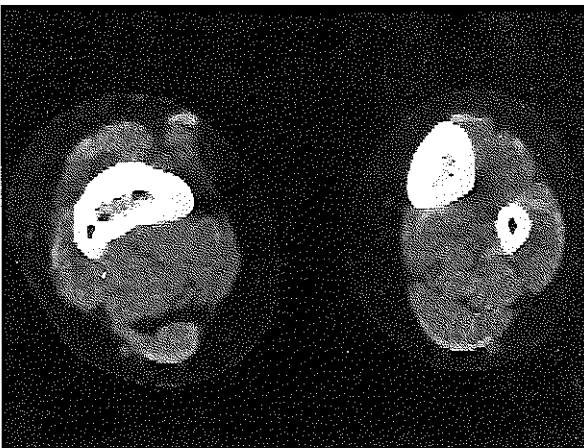
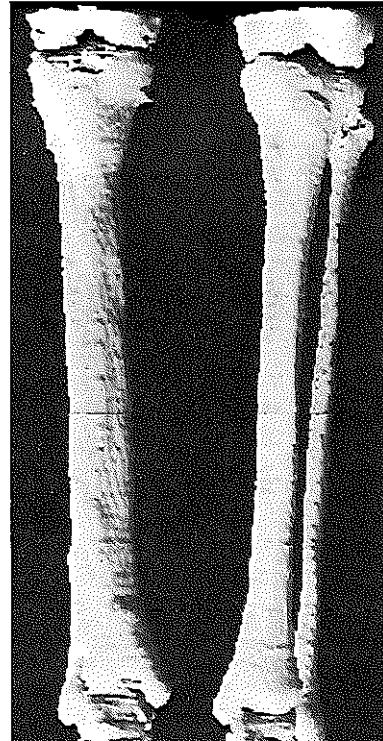


D. Klinisch resultaat.



E. VA, Lat. en 45°-endorotatie röntgenopname van de nieuwe schacht 7 jaar na reconstructie. Op de endorotatie opname is proximaal in de botmassa een uitsparing te zien waar de vaten moeten passeren.

G. Drie-dimensionale reconstructie van de CT-snedes.



F. Transversale CT-snedes van beide onderbenen 5 jaar na reconstructie. Het spongiosatransplantaat heeft zich getransformeerd tot een nieuwe schacht met een cortex en mergholte.

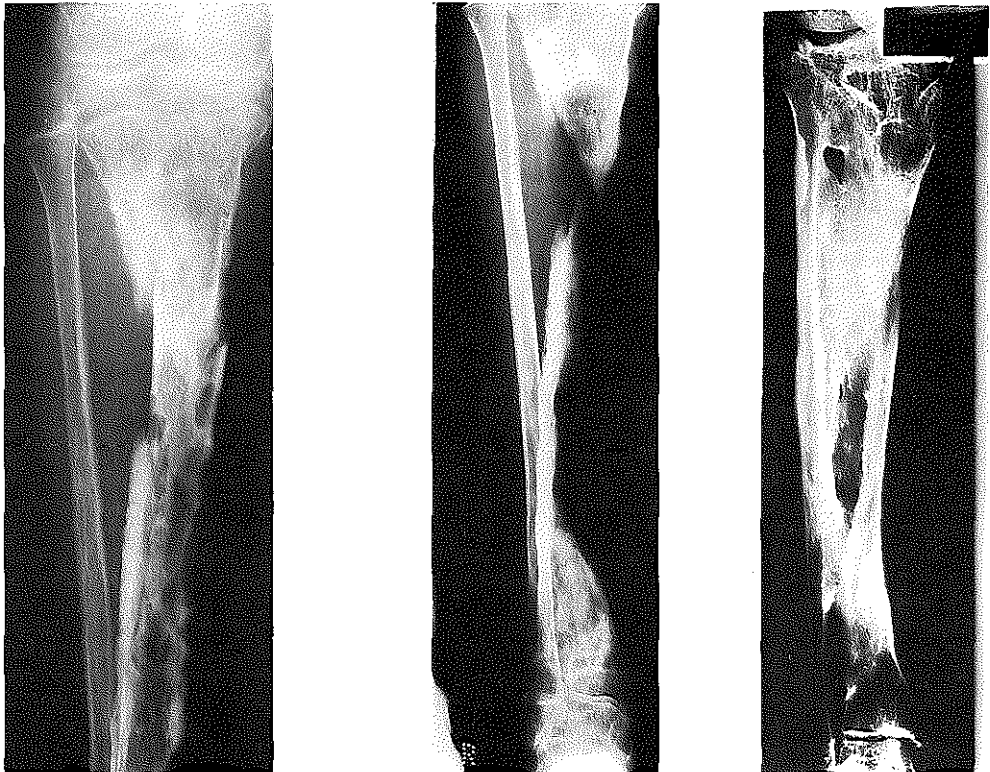
### 6.3 Osteomyelitis

Dat ook reconstructie van de tibiaschacht door middel van een CSP, na een sterk destructief ontstekingsproces mogelijk is, moge blijken uit de volgende ziektegeschiedenis:

**Casus 57:** man, geboren juli 1965 in Marokko, sterk destruerende osteomyelitis van de rechter tibia.

Op 15-jarige leeftijd kreeg patiënt een acute haematogene osteomyelitis van de rechter tibia waarvoor hij in Marokko medicamenteus werd behandeld. De tibiaschacht werd door het ontstekingsproces vrijwel totaal gedeutueerd (afb. 6.4-A). In mei '81 vond in het AZR uitgebreide sequesterectomie plaats waarna gentamycinekralen in de wond werden achtergelaten (afb. 6.4-B). Het been werd beschermd met gips. De kweek liet mengflora zien. November '81 werd de tibiaschacht gereconstrueerd door middel van een CSP met arthrodesen van het proximale tibiofibulaire gewricht. De N. peroneus superficialis beschadigde tijdens deze ingreep. April '82 was een stevig onderbeen ontstaan en in oktober van dat jaar liep patiënt volledig belast zonder uitwendige bescherming.

Afb. 6.4 Casus 57. Een 16-jarige jongeman met acute haematogene osteomyelitis van de rechter tibiaschacht.



A.

B.

C.

- A. Het VA röntgenbeeld van de tibiaschacht is sterk afwijkend met onregelmatige destructie van de cortex, sclerosering, sequesters en met fracturen in het proximale deel.
- B. Röntgenbeeld na débridement.
- C. VA röntgenbeeld 8 jaar na CSP. In de loop der tijd heeft zich een solide schacht gevormd. Distaal bestaat sterke osteoporose.

Bij na-onderzoek in september '89 – ruim 8 jaar na de CSP – heeft patiënt alleen geringe pijnklachten na lang staan. Drainage heeft zich nooit meer voorgedaan. De loopafstand bedraagt 5 km. Het onderbeen heeft een goede asstand maar is wel 3,5 cm korter (afb. 6.4-D). Röntgenologisch heeft het transplantaat zich ontwikkeld tot een massale botmassa (afb. 6.4-C). De bewegingsuitslag van het talocrurale gewricht is 80% van de gezonde zijde. Het subtalare gewricht is sterk beperkt beweeglijk en crepiteert maar veroorzaakt vrijwel geen klachten. De tastzin op de voetrug is gestoord.



D. Klinisch aspect 8 jaar na CSP. Het beenlengteverschil bedraagt 3,5 cm.  
De enkelfunctie is licht beperkt.



# Literatuuroverzicht van de kinematica van het talocrurale gewricht, van de mobiliteit van de fibula en van de tibiofibulaire synostose

### 7.1 Kinematica talocrurale gewricht

Bewegingen in het saggitale vlak tussen voet en onderbeen (dorsale en plantaire flexie), vinden voor het grootste gedeelte plaats in het talocrurale (enkel) gewricht dat wordt gevormd door de distale einden van tibia en fibula en door de trochlea van de talus. Door de min of meer conische vorm van de trochlea tali loopt de gewrichts-as niet horizontaal, hoewel men zich in de literatuur over de exacte richting wisselend uitspreekt. Zo vonden Isman en Inman (1969) dat de gewrichts-as naar lateraal-distaal loopt wanneer deze wordt geprojecteerd in het frontale vlak, en naar lateraal-dorsaal bij projectie in het transversale vlak. De positie van deze as varieert dusdanig dat deze eigenlijk individueel zou moeten worden bepaald maar dit is klinisch niet eenvoudig (Isman en Inman 1969). Barnett en Napier (1952) constateerden dat de oriëntatie van de as wisselt bij dorsale en plantaire flexie. Zij stellen dat het mediale profiel van de talus is samengesteld uit de bogen van twee cirkels met verschillende straal. Bij dorsale flexie loopt de as naar lateraal-distaal; bij plantaire flexie naar mediaal-distaal. Ook Sammarco (1973) ontkent het bestaan van één as en Lundberg (1989) vond in een röntgenstereofotogrammetrische studie vergelijkbare resultaten als Barnett en Napier. In de praktijk echter, bijvoorbeeld voor het aanmeten van een brace, kan het talocrurale gewricht als een éénassig scharniergewricht worden beschouwd, waarbij de as de toppen van de malleoli verbindt (Seiler 1986). De maximale dorsale en plantaire flexie in het enkelgewricht van gezonde proefpersonen varieert (zie tabel 7.1). Verschil in meettechniek (klinisch vs röntgenologisch), meetprocedure (aktief vs passief, belast vs onbelast) en wisselende onderzoekspopulaties (leeftijd) zijn hier debet aan. Het maakt bovendien verschil of men de bewegingen meet van alléén het talocrurale gewricht of de bewegingen tussen onderbeen en voet (tibiopedaal). De range van tibiopedale beweging is altijd groter dan die van de tibiotalare beweging aangezien de voetwortelgewrichten ongeveer 20% bijdragen aan de tibiopedale plantaire flexie (Weseley 1969; Lundberg 1989). Daardoor wordt bij een klinische meting de plantaire flexie in het talocrurale gewricht meestal overschat. Bij dorsale flexie spelen de voetwortelgewrichten nauwelijks een rol. Wat uit de gemiddelde waarden in tabel 7.1 niet naar voren komt is de grote inter-individuele spreiding zoals die door de meeste auteurs wordt gezien (o.a. Weseley 1969; Roaas en Andersson 1982; Backer en Kofoed 1989).

**Tabel 7.1 Gemiddelde dorsale en plantaire flexie (in graden)**

| Auteur         | jaar | DF   | PF   | meting |
|----------------|------|------|------|--------|
| Lundberg       | 1989 | 24,9 | 28,5 | X      |
| Backer         | 1989 | 15   | 44   | kl     |
|                |      | 14   | 32   | X      |
| Lindsjö        | 1985 | 32,5 | 44,7 | kl     |
| Roaas          | 1982 | 15,3 | 39,7 | kl     |
| Boone          | 1979 | 12,6 | 56,2 | kl     |
| Sammarco       | 1973 | 21   | 23   | X      |
| Weseley        | 1969 | 15   | 30   | X      |
| A.M.A.         | 1988 | 20   | 40   | kl     |
| normaalwaarden |      |      |      |        |

DF=dorsale flexie; PF=plantaire flexie; X=röntgenologische meting; kl=klinische meting

Om normaal te kunnen lopen zijn maximale bewegingsuitslagen niet vereist. Bij gezonde proefpersonen werd een dorsale flexie van 10° en een plantaire flexie van 15 á 20° gezien tijdens normaal lopen (Murray e.a. 1964; Stauffer e.a. 1977). De reserves worden aangesproken bij traplopen, lopen op heuvelachtig terrein, etc. Naast bewegingen om een transversale as, vinden in het talocrurale gewricht ook geringe rotaties plaats om een vrijwel verticale as (Close 1956, Lundberg 1989).

## 7.2 Mobiliteit van de fibula

Wanneer men van proximaal op de trochlea tali kijkt, is deze wigvormig met de grootste breedte ventraal. Bij dorsale flexie van de talus in de enkelvork is door deze wigvorm meer ruimte nodig die wordt mogelijk gemaakt door het distale tibiofibulaire gewricht (Scranton e.a. 1976).

Close (1956) beschreef een toeneming van gemiddeld 1,5 mm in de afstand tussen beide malleoli van amputatiepreparaten, wanneer de talus vanuit maximale plantaire naar maximale dorsale flexie werd gebracht. Deze verandering in de intermalleolaire afstand was opmerkelijk consistent en gelijkmatig.

Grath (1960) wijdde een uitgebreid en goed onderzoek aan de breedte van de enkelvork onder verschillende condities. Zowel amputatiepreparaten als gezonde proefpersonen werden geanalyseerd. De belangrijkste conclusies van Grath waren de volgende: Er treedt doorgaans een verbreding op van de enkelvork (maximaal 2 mm), wanneer de voet van maximale plantaire naar maximale dorsale flexie wordt bewogen. Er bestaat echter een grote interindividuele variatie, zowel ten aanzien van de grootte van de maximale verbreding als ten aanzien van het patroon waarin deze verbreding verloopt, wanneer deze beweging wordt uitgevoerd. Gemiddeld 69% van de toeneming in breedte vond plaats in het traject tussen maximale plantaire flexie en de neutrale positie.



Belasten van de enkel met het lichaamsgewicht gaf, in vergelijking met onbelast, geen of slechts een geringe verbreding van de enkelvork te zien (gemiddeld 0,1 mm). De gevonden waarden waren niet zondermeer gelijk voor beide enkels van één proefpersoon.

Ook andere auteurs vonden, met stereofotogrammetrie, de kleinste breedte van de enkelvork in plantaire flexie en de grootste in dorsale flexie van de voet (Kärrholm e.a. 1985; Ahl e.a. 1987; Lundberg 1989).

Over de aanwezigheid van cranio-caudale en voor-achterwaartse translaties en rotaties van de fibula wordt wisselend gedacht zoals blijkt uit het literatuur-overzicht in het proefschrift van Lundberg (1989). Zowel in een cineröntgenografische studie als met röntgenfoto's in een statische situatie is aangetoond dat de fibula naar distaal migreert gedurende de 'heel-strike' en de aanzet tot de 'push-off' (Weinert e.a. 1973; Scranton e.a. 1976). Zij nemen aan dat de flexoren van voet en tenen de fibula naar distaal trekken en zo de enkelvork dieper maken om de talus te stabiliseren. Deze theorie wordt door de meeste auteurs geaccepteerd.

### 7.3 Tibiofibulaire synostose

De tibiofibulaire synostose is een benige verbinding tussen tibia en fibula die altijd pathologisch is. De literatuur over deze afwijking beperkt zich tot casuïstiek. De eerste beschrijving is vermoedelijk van Rahm (1924). De pathogenese wisselt. Enkele auteurs beschreven het ontstaan van een distale synostose na een enkeldistorsie (McMaster en Scranton 1975; Whiteside e.a. 1978). De synostose wordt verklaard door verbening van de beschadigde syndesmosse. Flandry en Sanders (1987) beschreven een atleet met een tibiofibulaire synostose die was ontstaan na een stressfractuur van de tibia. Ook een congenitale vorm is beschreven (Von Törne 1977; Gamble 1984). Soms wordt een tibiofibulaire synostose met een operatie gecreëerd, zoals dat ook bij de centrale spongiosoplastiek het geval is (zie hoofdstuk 2 en 3).

Over de gevolgen van een dergelijke synostose voor het enkelgewricht, zijn verschillende observaties gerapporteerd. Grath startte zijn studie over de veranderingen in de intermalleolaire afstand op basis van de observatie bij een patiënt met een tibiofibulaire synostose die bij toeval ontdekt werd tijdens een nader onderzoek. Deze patiënt had geen klachten en een normaal beweeglijke enkel zonder röntgenologische afwijkingen. McMaster en Scranton (1975) beschreven 7 atleten met een distale tibiofibulaire synostose, die pijn in de enkel hadden gedurende de push-off. Alle patiënten hadden een inversieletsel doorgemaakt dat aanvankelijk restloos was genezen. Kenmerkend is het klachtenvrije interval. Zij verklaarden de klachten doordat de tibiofibulaire synostose migratie van de fibula naar distaal en lateraal verhindert. Chirurgische excisie – maar niet eerder dan dat het proliferatieproces tot rust was gekomen – deed bij allen de klachten verdwijnen. Whiteside e.a. (1978) beschreven 6 topatleten met een tibiofibulaire synostose. Uit deze kleine serie valt af te leiden dat deze afwijking kan leiden tot enkelklachten maar dat dit, ook bij atleten, niet altijd het geval is. Ogden (1974) rapporteerde dat fusie van het proximale tibiofibulaire gewricht, als behandeling van recidiverende subluxatie, pijn en functiebeperking van de enkel veroorzaakte.

Dat een vermindering van de distale tibiofibulaire bewegingsmogelijkheid waarschijnlijk het normaal functioneren van het enkelgewricht verstoort is ook op klinische gronden aannemelijk. Wanneer men verzuimt om een fibulotibiale stelschroef, gebruikt ter fixatie van een fractuur van de laterale malleolus, te verwijderen alvorens de enkel volledig wordt belast, is breuk van de schroef regel.

Samengevat kan worden gezegd dat thans aan de fibula en de distale syndesmose, een dynamische functie wordt toegekend, die door de aanwezigheid van een tibiofibulaire synostose wordt verstoord.

# Enkelonderzoek

## 8.1 Inleiding

De belangrijkste doelstelling van het enkelonderzoek was de evaluatie van de eventuele gevolgen van een tibiofibulaire synostose voor het talocrurale-gewricht (tc-gewricht). Met andere woorden: heeft een tibiofibulaire synostose nadelige gevolgen voor het tc-gewricht en zo ja, zijn deze dan van dien aard dat ze eventueel een contra-indicatie vormen voor een synostoseoperatie c.q. centrale spongiosaplastiek?

Het zou echter onjuist zijn om iedere vastgestelde functiebeperking van het tc-gewricht aan de synostose toe te schrijven. Er treedt 'ruis' op door andere factoren want ook na een primair genezen onderbeenfractuur – zonder de aanwezigheid van een tibiofibulaire synostose – behoudt tot 60% van de patiënten een functiebeperking van het talocrurale gewricht (Merriam en Porter 1983).

De vraagstellingen bij het enkelonderzoek waren de volgende:

1. Welke zijn de eventuele gevolgen van de gehele ziekte voor het tc-gewricht? Deze werden geëvalueerd door het meten van *klachten, functie* (beweeglijkheid) en *arthrose* (de afhankelijke variabelen).
2. Welke zijn de determinanten (de onafhankelijke variabelen) van die gevolgen? De volgende determinanten werden onderzocht.
  - 1) Aard van het initiële trauma.
  - 2) Standafwijkingen in het onderbeen.
  - 3) Mobiliteit van het subtalaire gewricht.
  - 4) Afstand synostose – tc-gewrichtsspleet.
  - 5) Ziekte duur (tijdsbestek tussen trauma en genezing).
  - 6) Synostoseduur (tijdsbestek tussen röntgenologische consolidatie en na-onderzoek).
3. Zijn uit vraag 1 en 2 conclusies te trekken omtrent de specifieke bijdrage van de tibiofibulaire synostose aan de eventuele klachten over en afwijkingen van het tc-gewricht?

Om op deze vragen antwoord te kunnen geven werd een gestandaardiseerd onderzoek van de enkelgewrichten uitgevoerd bij 36 patiënten met een tibiofibulaire synostose volgens een protocol dat is beschreven in hoofdstuk 4.

N.B. Het betreft observationeel onderzoek. Er is géén experiment verricht ten aanzien van de behandelingswijze (wel/geen synostose). Dat betekent dat aan de bewijsvoering enig voorbehoud is verbonden.

Dit hoofdstuk is verder als volgt opgebouwd:

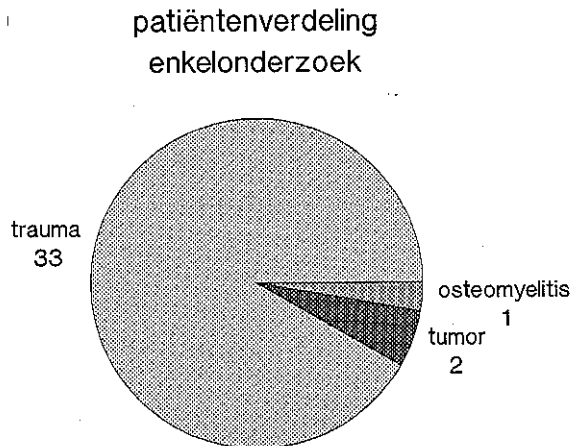
- in paragraaf 8.2 wordt de samenstelling van de onderzoeksgroep – verder ‘enkelgroep’ genoemd – met de inclusie- en exclusiecriteria besproken;
- in paragraaf 8.3 wordt de verdeling van de gedefinieerde gevolgen (afhankelijke variabelen) beschreven;
- paragraaf 8.4 geeft de verdeling van de gedefinieerde determinanten (onafhankelijk variabelen). Deze zijn samengevat in de tabellen 8.6 en 8.7;
- in paragraaf 8.5 worden de afhankelijke variabelen (8.3) zowel onderling als met de onafhankelijke variabelen (8.4) in relatie gebracht. De univariate relaties worden gepresenteerd in de tekst; de multivariate relaties in bijlage 5;
- het hoofdstuk wordt afgesloten met de interpretatie van de bevindingen (paragraaf 8.6).

## 8.2 Samenstelling ‘enkelgroep’

De ‘enkelgroep’ bestond uit 36 patiënten met 36 onderbenen met een tibiofibulaire synostose ( $n=n^*$ ).

Deze onderzoeksgroep, waarvoor in principe alle patiënten met een tibiofibulaire synostose in aanmerking kwamen, bestond uit 33 patiënten van de ‘traumagroep’ en uit 3 patiënten van de groep ‘overige patiënten’ (figuur 8.1).

14 patiënten (15 gelaedeerde onderbenen) van de ‘traumagroep’ vielen af voor gericht onderzoek van de enkelgewrichten om de volgende redenen: overleden (3×), langdurig verblijf buitenland (1×), amputatie (1×), ontbreken van een synostose (1×), status na enkelfractuur (3×), intra-articulaire uitbreiding tibiafractuur (1×), arthrodeese van de enkel (2×), ontbreken van een referentie (beide benen gelaedeerd) (1×) en sterke misvorming van de enkel vóór de CSP (1×).



Figuur 8.1

Van de groep ‘overige patiënten’ vielen de 5 patiëntjes met een congenitale pseudarthrose af op grond van leeftijd en misvorming van de onderste extremiteit, evenals de patiënt die een primaire arthrodeese van de enkel had ondergaan.

Om verwarring tussen rechts en links te voorkomen werd de enkel behorende bij het onderbeen met de pseudarthrose de 'zieke' enkel genoemd. De contralaterale enkel, die als referentie fungeerde, werd de 'gezonde' genoemd. Eventuele klachten over en letsel van de 'gezonde' enkel werden geregistreerd.

### 8.3 Afhankelijke variabelen

#### 8.3.1 Klachten

Gevraagd werd naar pijn in, en naar stijfheid, hinder van de stijfheid en zwelling van de 'zieke' enkel.

Stijfheid heeft betrekking op de beperking van de mobiliteit zoals de patiënt die ervaart; hinder is de belemmering die deze met zich mee brengt. Deze begrippen behoeven niet parallel te lopen. Een patiënt kan een stijve enkel hebben zonder dat hij daarvan hinder ondervindt (McMaster 1976).

De gradering van de aspecten pijn, stijfheid, hinder en zwelling werden geregistreerd op een 5-punts ordinale schaal. De resultaten zijn weergegeven in tabel 8.1.

Als maatstaf voor de klachten fungeerde een 'somscore' door de score van pijn, stijfheid, hinder en zwelling op te tellen.

Deze somscore heeft een significante samenhang met ieder van deze factoren afzonderlijk. (Kruskal-Wallis [KW] toets;  $p$  steeds  $<0,0001$ ).

**Tabel 8.1 Enkelklachten (frequentieverdeling in %) met gradering:  
0= geen, 1= gering, 2= tamelijk veel, 3= veel, 4= zeer veel**

| Variabele (n=36)         | 0  | 1  | 2  | 3  | 4 |
|--------------------------|----|----|----|----|---|
| Pijnklachten             | 61 | 36 | 3  | —  | — |
| Stijfheid                | 33 | 36 | 6  | 22 | 3 |
| Hinder stijfheid         | 56 | 31 | 11 | 3  | — |
| Zwelling                 | 56 | 33 | 3  | 8  | — |
| Klachten 'gezonde' enkel | 97 | —  | 3  | —  | — |

Er was één patiënt met klachten van de 'gezonde' enkel. Deze patiënt had destijds – ook aan de contralaterale zijde – een crurisfractuur opgelopen die was behandeld met een mergpen en ongecompliceerd was genezen. De dorsale flexie en de mobiliteit van het subtalare gewricht van deze enkel waren licht beperkt en werden niet opgenomen in de berekeningen van de referenties. Röntgenologische tekenen van arthrose waren er niet.

#### 8.3.2 Functie

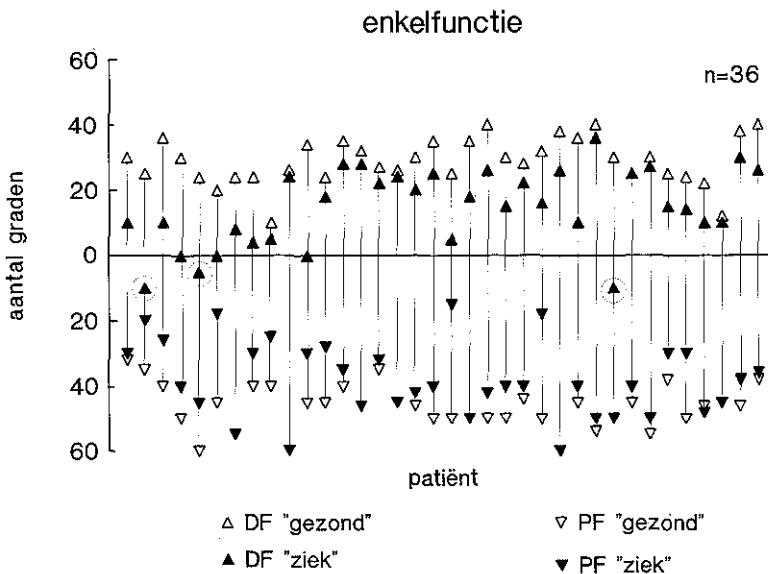
De gemiddelde maximale dorsale- en plantaire flexie van het talocrurale gewricht worden gepresenteerd in tabel 8.2.

**Tabel 8.2 Maximale dorsale flexie (DF) en plantaire flexie (PF) van het talocrurale gewricht (in graden)**

| Variabele (n=36) | gem. | SD. | min.             | med. | max. |
|------------------|------|-----|------------------|------|------|
| DF 'gezond'      | 29   | 7   | 10               | 35   | 40   |
| DF 'ziek'        | 15   | 12  | -10 <sup>a</sup> | 16   | 36   |
| Verschil         | 14   | 10  | 0                | 12   | 40   |
| PF 'gezond'      | 47   | 7   | 32               | 46   | 60   |
| PF 'ziek'        | 38   | 12  | 15               | 40   | 60   |
| Verschil         | 9    | 9   | 0                | 5    | 35   |

<sup>a</sup> -10 d.w.z. een spitsvoet van 10°

Ook uit figuur 8.2, waarin de individuele waarden zijn weergegeven, blijkt dat de maximale dorsale en plantaire flexie een sterke spreiding heeft. De drie patiënten met een geringe spitsvoet zijn in deze figuur met cirkels gemarkeerd.



Figuur 8.2 Maximale dorsale flexie (DF) en plantaire flexie (PF) bij de patiënten uit de 'enkelgroep'.

Als maatstaf voor de functie van het talocrurale gewricht fungeerde de totale bewegingsuitslag die ontstaat door de maximale dorsale en maximale plantaire flexie te sommeren.

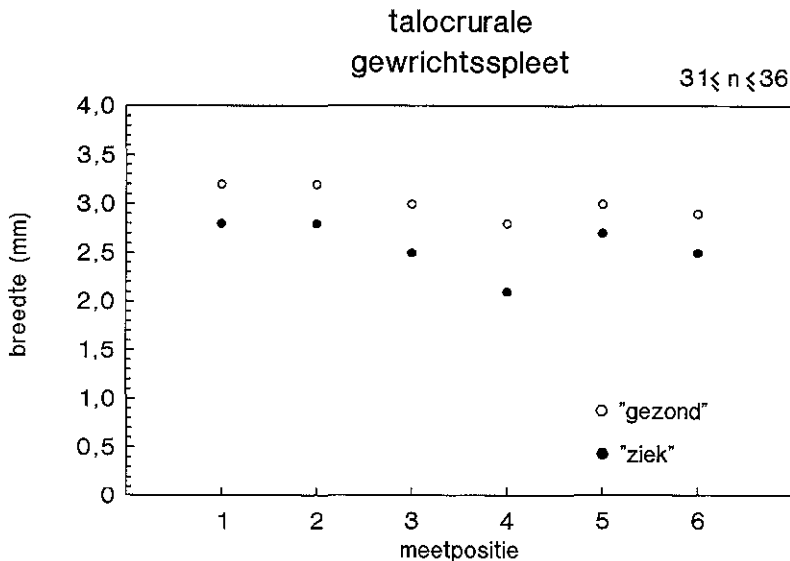
De functie van de 'zieke' enkel werd uitgedrukt als percentage van de 'gezonde' en is *functie%* genoemd.

De functie van de ‘zieke’ enkel was gemiddeld  $70 \pm 22\%$  (min=17; med=76; max=98). Precies de helft van de patiënten had een functiebeperking  $\leq 25\%$ . Twee patiënten hadden een functiebeperking van 75%.

### 8.3.3 Arthrose

Als maatstaf voor arthrose werd de breedte van de gewrichtsspleet gehanteerd. Deze breedte, die de dikte van het kraakbeen representeert, werd beiderzijds op 6 standaardposities gemeten en gemiddeld.

De resultaten van deze gewrichtsspleetmetingen wordt weergegeven in figuur 8.3. Zoals deze figuur laat zien is de gewrichtsspleet van de ‘zieke’ enkel gemiddeld smaller dan die van de ‘gezonde’. Het verschil in breedte is getoetst met de gepaarde Wilcoxon rang-teken toets en voor alle meetpunten significant ( $p$  steeds  $< 0,001$ ). Opvallend daarbij is dat de gewrichtsspleet op positie 4 (voorzijde) wat smaller is dan op de overige meetplaatsen.



Figuur 8.3 De breedte van de talocrurale gewrichtsspleet op de 6 standaard meetposities (zie voor de betekenis figuur 4.3).

De breedte van de gewrichtsspleet van de ‘zieke’ enkel werd uitgedrukt als percentage van de ‘gezonde’. Het complement van dit percentage (100% minus het percentage kraakbeen van de ‘zieke’ enkel) werd *arthrose%* genoemd.

De breedte van de gewrichtsspleet van de ‘zieke’ enkel bedroeg gemiddeld  $85 \pm 13\%$  (min = 37; med = 85; max = 100) van die van de ‘gezonde’ enkel.

De overige röntgenologische kenmerken van arthrose worden gepresenteerd in tabel 8.3.

**Tabel 8.3 De gradatie van de kenmerken: vormverandering, osteofytformatie, cysteformatie en osteoporose. Deze hebben betrekking op het peri-articulaire bot van 36 enkels behorende bij onderbenen met een tibiofibulaire synostose**

| Variabelen (n=36)       | geen of gering<br>% | matig<br>% | ernstig<br>% |
|-------------------------|---------------------|------------|--------------|
| <i>Vormverandering</i>  |                     |            |              |
| Tibia                   | 72                  | 28         | —            |
| Fibula                  | 81                  | 19         | —            |
| Talus                   | 75                  | 25         | —            |
| <i>Osteofytformatie</i> |                     |            |              |
| Tibia                   | 61                  | 36         | 3            |
| Fibula                  | 92                  | 8          | —            |
| Talus                   | 64                  | 22         | 14           |
| <i>Cysteformatie</i>    |                     |            |              |
| Tibia                   | 78                  | 22         | —            |
| Fibula                  | 83                  | 17         | —            |
| Talus                   | 78                  | 19         | 3            |
| <i>Osteoporose</i>      |                     |            |              |
| Tibia                   | 6                   | 69         | 25           |
| Fibula                  | 6                   | 69         | 25           |
| Talus                   | 6                   | 69         | 25           |

## 8.4 Onafhankelijke variabelen

De zes onafhankelijke variabelen worden achtereenvolgens toegelicht en samengevat in tabel 8.6 en 8.7.

### 8.4.1 Initiële trauma

Binnen de 'enkelgroep' lag bij 62% van de patiënten een direct/hoog-energetisch trauma aan de fractuur ten grondslag.

### 8.4.2 Standafwijkingen

Afwijkingen in de stand van het onderbeen waren binnen de 'enkelgroep' als volgt verdeeld:

- 16 benen (44%) hadden een varusstand van gemiddeld  $7 \pm 3,4^\circ$  (min=3; med=6; max=15);
- 8 benen (22%) hadden een valgusstand van gemiddeld  $7,5 \pm 4,5^\circ$  (min=2; med=9; max=13);
- 12 benen (33%) toonden een antecurvatie van gemiddeld  $6 \pm 3,2^\circ$  (min=2; med=6; max=12);
- 11 benen (31%) toonden een recurvatie van gemiddeld  $9 \pm 5,4^\circ$  (min=3; med=8; max=22);
- 2 benen (6%) hadden een exorotatiestand van  $10^\circ$  en 2 van  $20^\circ$ .



### 8.4.3 Mobiliteit subtalaire gewricht

Het subtalaire gewricht was bij 13 (36%) van de ‘zieke’ enkels normaal beweeglijk, bij 19 (53%) beperkt beweeglijk en bij 4 (12%) volkomen stijf. In de groep ‘gezonde’ enkels was het subtalaire gewricht bij één patiënt (na crurisfractuur) licht beperkt en bij de overige normaal beweeglijk.

### 8.4.4 Afstand synostose – talocrurale gewrichtsspleet

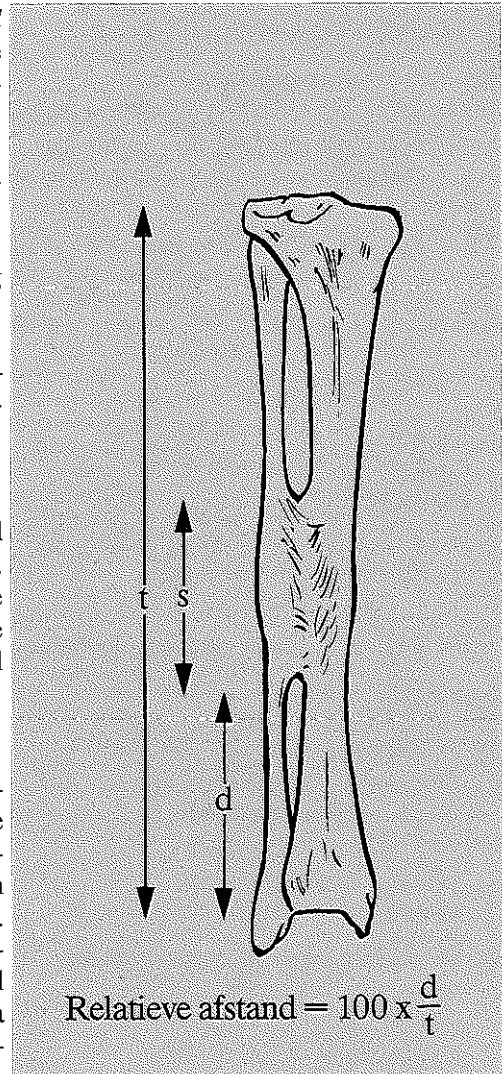
Zowel de lengte  $t$  van de tibia, de lengte  $s$  van de synostose, als de afstand  $d$  tussen de distale grens van de synostose en de talocrurale gewrichtsspleet, werden op de röntgenfoto gemeten.

- De lengte van de tibia bedroeg gemiddeld  $38,4 \pm 2,6$  cm (min=33; med =38; max=44);
- de lengte van de synostose bedroeg gemiddeld  $16,5 \pm 5,5$  cm (min=10; med=14,8; max=33,5);
- de afstand tussen synostose en talocrurale gewrichtsspleet bedroeg gemiddeld  $6 \pm 4,2$  cm (min=0; med= 4,8; max=16).

De relatieve afstand werd gedefinieerd als  $100d/t$  en bedroeg gemiddeld 16%. Dit percentage geeft aan hoe ver de distale grens van de synostose van de talocrurale gewrichtsspleet verwijderd is (zie figuur 8.4).

### 8.4.5 Ziekte duur

Ziekte duur is gedefinieerd als het interval tussen trauma en röntgenologische consolidatie. De ziekte duur bedroeg gemiddeld 2,5 jaar (exclusief casus 23) en wordt gespecificeerd in tabel 8.4. Meestal was het enkelgewricht geïmmobiliseerd gedurende het grootste deel van deze periode. Bij de niet-trauma patiënten is de datum van de eerste operatie als traumadatum beschouwd.



$$\text{Relatieve afstand} = 100 \times \frac{d}{t}$$

Figuur 8.4 De lengte van de tibia ( $t$ ), de lengte van de synostose ( $s$ ) en de afstand van de ondergrens van de synostose tot de gewrichtsspleet ( $d$ ) werden gemeten. De relatieve afstand geeft aan hoever de synostose van de enkel verwijderd is.

**Tabel 8.4 De verdeling van de ziekteduur (in jaren) binnen de populatie van het enkelonderzoek**

| Ziekteduur (n=35) | aantal patiënten | %  |
|-------------------|------------------|----|
| 1-2               | 19               | 54 |
| 2-3               | 6                | 17 |
| 3-5               | 8                | 23 |
| 5-9               | 2                | 6  |

### 8.4.6 Synostoseduur

De synostoseduur werd gedefinieerd als het interval tussen het na-onderzoek en het tijdstip van röntgenologische consolidatie en bedroeg gemiddeld 7,4 jaar. De verdeling wordt weergegeven in tabel 8.5.

**Tabel 8.5 De verdeling van de duur (in jaren) dat de synostose bestaat binnen de enkelgroep**

| Synostoseduur (n=36) | aantal patiënten | %  |
|----------------------|------------------|----|
| 0-1                  | 2                | 6  |
| 1-2                  | 4                | 11 |
| 2-3                  | 3                | 9  |
| 3-5                  | 5                | 14 |
| 5-10                 | 8                | 22 |
| 10-13                | 12               | 33 |
| 13-19                | 2                | 6  |

**Tabel 8.6 De onafhankelijke variabelen 1, 2 en 3 samengevat**

| Variabelen                                  | %  |
|---------------------------------------------|----|
| 1) <i>Initiële trauma</i> (n=34)            |    |
| Direct/laag-energetisch                     | 15 |
| Direct/hoog-energetisch                     | 62 |
| Indirect/laag-energetisch                   | 12 |
| Indirect/hoog-energetisch                   | 3  |
| Operatietrauma                              | 8  |
| 2) <i>Standafwijkingen onderbeen</i> (n=36) |    |
| Varus >7°                                   | 19 |
| Valgus >7°                                  | 14 |
| Antecurvatie >7°                            | 11 |
| Recurvatie >7°                              | 19 |
| Exorotatie (10-20°)                         | 11 |
| 3) <i>Subtalaire gewricht</i> (n=36)        |    |
| Normaal beweeglijk                          | 36 |
| Beperkt beweeglijk                          | 53 |
| Stijf                                       | 11 |

**Tabel 8.7 De onafhankelijke variabelen 4, 5 en 6 samengevat**

| Variabele (n=36)         | gem. | SD. | min. | med. | max. |
|--------------------------|------|-----|------|------|------|
| 4) Relatieve afstand (%) | 16   | 11  | 0    | 12   | 43   |
| 5) Ziekteduur (jaren)    | 2,5  | 1,7 | 1    | 1,8  | 9    |
| 6) Synostoseduur (jaren) | 7,4  | 4,8 | 0,4  | 7,3  | 18   |

## 8.5 De verschillende relaties

Eerst werd gekeken naar de correlaties tussen de afhankelijke variabelen somscore, functie% en arthrose% onderling.

De volgende significante correlaties werden gevonden:

- een negatieve correlatie tussen somscore van klachten en functie%, hetgeen wil zeggen dat een slechte functie samenhangt met veel klachten. ( $r_s = -0,47$ ;  $p = 0,002$ ). ( $r_s$  is de – naar Spearman genoemde – rangcorrelatie coëfficiënt; bij een perfecte correlatie bedraagt deze 1 of –1;
- een negatieve correlatie tussen functie% en arthrose% ( $r_s = -0,52$ ;  $p = 0,001$ ).

Tevens werden de univariate correlaties berekend tussen elk van de drie afhankelijke variabelen enerzijds en elk van de zes onafhankelijke variabelen anderzijds. De volgende significante correlaties werden gevonden:

- een negatieve tussen functie% en ziekteduur ( $r_s = -0,41$ ;  $p = 0,008$ );
- een positieve tussen arthrose% en ziekteduur ( $r_s = 0,60$ ;  $p < 0,001$ );
- een negatieve tussen functie% en valgisstand ( $r_s = -0,34$ ;  $p = 0,023$ ).

Er werden géén significante correlaties gevonden met de overige onafhankelijke variabelen.

Met name niet tussen enerzijds somscore, functie% en arthrose% en anderzijds de afstand van de synostose tot het tc-gewricht en de synostoseduur.

Er werd géén samenhang gevonden tussen enerzijds aard van het trauma en anderzijds somscore, functie% en arthrose%, maar dit is terug te voeren op het feit dat de aard van het trauma weinig spreiding heeft en vrijwel alle letsels hoog-energetisch waren.

Wél werd samenhang gezien tussen somscore en de beweeglijkheid van het subtalaire gewricht (KW toets;  $p = 0,010$ ). Anders gezegd: stijfheid van het subtalaire gewricht hangt samen met veel enkelklachten.

Ook werd samenhang gevonden tussen functie% en de beweeglijkheid van het subtalaire gewricht (KW toets;  $p = 0,001$ ) en tussen arthrose% en de beweeglijkheid van het subtalaire gewricht (KW toets;  $p = 0,008$ ). Dus een stijf subtalair gewricht hangt samen met een stijf talocruraal gewricht en met arthrose van het talocrurale gewricht.

Aangezien de 6 onafhankelijke variabelen onderling kunnen samenhangen, is het mogelijk dat de univariate correlaties tussen de onafhankelijke variabelen en de afhankelijke, elkaar verstoren.

Daarom werd een lineaire regressieanalyse gedaan waarbij de 6 onafhankelijke variabelen simultaan in relatie werden gebracht met één van de afhankelijke variabelen.

De uiteindelijk significante variabelen uit die 6 factoren zijn de beweeglijkheid van het subtalaire gewricht, valgusstand en de afstand. Deze zijn – met hun effect op somscore, functie% en arthrose% – opgenomen in bijlage 5.

## **8.6 Interpretatie**

### **8.6.1 Gevolgen van de ziekte voor het enkelgewricht**

De meeste enkelgewrichten – binnen de ‘enkelgroep’ – hadden een duidelijke functiebeperking. Vooral de dorsale flexie en de mobiliteit van het subtalaire gewricht was bij de meeste fors beperkt. Ook werd veelal een versmalling (gemiddeld 15%) van de gewrichtsspleet gezien naast andere tekenen van arthrose.

Toch had 97% van de patiënten uit deze groep weinig of geen pijnklachten en 87% weinig of geen hinder van de stijfheid in het enkelgewricht. Benadrukt wordt nogmaals dat 14 patiënten uit de ‘traumagroep’ hierbuiten vielen om diverse redenen (zie 8.2).

### **8.6.2 Univariate correlaties**

Bij analyse van de univariate correlaties tussen de afhankelijke variabelen (de gevolgen) onderling bleek dat bij een functiebeperking meer klachten worden gezien en dat de functiebeperking samenhangt met de mate van arthrose. Deze bevindingen stemmen overeen met wat men logischerwijs zou verwachten.

Wanneer de afhankelijke variabelen univariaat met de onafhankelijke variabelen (de determinanten) in relatie worden gebracht blijkt de ziekteduur een belangrijke prognostische factor te zijn. Een lange ziekteduur predisponeert tot zowel functieverlies als tot arthrose.

De onderbenen met een valgusstand bleken gemiddeld een slechtere enkelfunctie te hebben maar het aantal waarnemingen is beperkt.

Noch de afstand van de synostose tot het tc-gewricht, noch het tijdsbestek dat de synostose bestond (de synostoseduur) bleken bij de univariate correlaties van belang.

Men zou wèl een samenhang verwachten tussen de aard van het trauma en de gevolgen voor het enkelgewricht. Dat deze niet werd gevonden is terug te voeren op het feit dat de aard van het trauma weinig spreiding heeft en vrijwel alle letsels hoog-energetisch waren.

De beweeglijkheid van het subtalaire gewricht is veelzeggend: stijfheid van dit gewricht hangt samen met veel enkelklachten en met een stijf en arthrotisch tc-gewricht.

### **8.6.3 Multivariate correlaties**

Bij de lineaire regressieanalyse blijkt stijfheid van het subtalaire gewricht de belangrijkste factor te zijn voor klachten, functiebeperking en arthrose van het tc-gewricht (zie bijlage 5). Ook blijkt de afstand tussen de synostose en het tc-gewricht nu wèl een significante relatie te hebben met somscore en functie%. Dat de afstand bij de univariate correlaties géén significante rol speelde en bij lineaire regressie wèl, moet een gevolg zijn van een netwerk van onderlinge correlaties tussen de onafhankelijke variabelen.

De aard van het trauma echter lijkt veruit de belangrijkste prognostische factor voor de functie van het enkelgewricht te zijn. Het trauma bepaalt immers in belangrijke mate de ziekteduur en de daaraan gerelateerde immobilisatie. Ook de ernst van het weke-delenletsel met de eventueel daaruit voortvloeiende contracturen wordt in eerste instantie door het trauma bepaald.

De bijdrage van de tibiofibulaire synostose lijkt niet van betekenis te zijn.



# Discussie en aanbevelingen

In dit onderzoek is nagegaan hoe de resultaten zijn van de centrale spongiosa-plastiek (CSP) als methode ter behandeling van defecten in de tibiaschacht. Het accent lag daarbij op de posttraumatische pseudarthrose. Tevens werd onderzocht of de bij deze operatie bewust gecreëerde tibiofibulaire synostose negatieve gevolgen heeft gehad voor het enkelgewricht.

De doelstelling bij de behandeling van een patiënt met een langbestaande infect/defect-pseudarthrose van de tibia is het creëren van een bruikbaar onderbeen met een solide, geconsolideerde tibia. De hoop op genezing en het vertrouwen in de behandeling zijn, na vaak vele operaties, verloren gegaan. De patiënt is (terecht) bevreesd zijn onderbeen te zullen verliezen en op een dieptepunt beland. Een belangrijk deel van de hier beschreven patiënten met posttraumatische pseudarthrose verkeerde in die situatie. Gemiddeld was na het ongeval 2,4 jaar verstreken en waren 4,7 operaties aan het onderbeen verricht vóórdat de CSP plaatsvond. Bij 70% van de onderbenen was (diepe) infectie ontstaan en bij ruim 25% was deze nog manifest bij het eerste consult op de afdeling orthopaedie-AZR. Bij 35% bestond een botdefect. Aan 17 patiënten (36%) was elders een amputatieadvies gegeven aangezien de situatie als uitzichtloos werd beschouwd. Meestal was er sprake van een ernstig beschadigd en dystrofisch onderbeen.

Voor een patiënt in die omstandigheden is het van groot belang als men op goede gronden weer toekomstperspectief kan bieden. Dat perspectief kan, afhankelijk van de situatie, bestaan uit een kans op behoud van het been en consolidatie van de tibia van bijna 95% door gebruik te maken van een centrale spongiosaplastiek (CSP), het thema van dit proefschrift. De CSP heeft tot doel een synostosegebied te creëren tussen tibia en fibula waardoor òf de pseudarthrose consolideert, òf een nieuwe centraal gelegen 'schacht' ontstaat die het defect in de tibia overbrugt en die in staat is de belasting over te nemen. Bij deze methode wordt vertrouwd op de enorme potentie tot osteogenese van een vers autoloog spongiosatransplantaat. De pseudarthrose zelf blijft in principe onaangeroerd aangezien het intermediaire fibreuze weefsel in staat is te ossificeren en om niet onnodig aan stabiliteit te verliezen (Burrows 1940; Phemister 1947; Rosen 1979). Alleen bij belangrijke afwijkingen in de asstand vindt correctie plaats door een wigresectie in de pseudarthrose. Met het toenemen van ervaring met de CSP is ook het vertrouwen in deze methode gegroeid – en thans wordt gemakkelijker overgegaan tot standscorrectie dan in het begin.

Osteosynthesemateriaal wordt niet gebruikt (uitgezonderd een enkele schroef) in deze vaak multipel-geopereerde benen.

## Discussie aangaande de resultaten

De CSP bleek een uiterst doeltreffende operatie om een langbestaande pseudarthrose van de tibiaschacht tot genezing te brengen in de hier gepresenteerde patiëntengroep.

Ondanks het feit dat elders de pseudarthrose bij 17 van de 47 patiënten als onbehandelbaar werd beschouwd consolideerde de tibia in 94% van de gevallen na één CSP-operatie. De duur van de consolidatie hangt af van de gebruikte definitie. De gemiddelde klinische consolidatieduur bedroeg 6 en de gemiddelde röntgenologische 8 maanden. Na 11 maanden was 90% klinisch en röntgenologisch geconsolideerd en theoretisch is een been dan volledig belastbaar zonder bescherming. Niettemin gebruikte men, uit en door voorzichtigheid van patiënt of arts, vaak toch nog enkele maanden de brace.

Door verschil in patiëntenmateriaal is het moeilijk om de resultaten van de CSP bij deze groep met die van andere pseudarthrosebehandelingen te vergelijken (zie hoofdstuk 2). Functionele resultaten worden bovendien vaak niet of slechts summier vermeld (Gershundi en Pinsker 1982),

Het percentage consolidatie na één CSP (94%) is echter hoog en het percentage amputatie (2%) laag in vergelijking met de resultaten van anderen, die verschillende vormen van bottransplantatie gebruikten (Vidal e.a. 1982; Gershundi en Pinsker 1982; Jayaswal e.a. 1985; Knopp e.a. 1988; Esterhai e.a. 1990). Vele gangbare methoden ter behandeling van pseudarthrose, waaronder ook bottransplantaties, waren in deze groep niet effectief gebleken en vormden dus geen reële optie meer (tabel 5.4). Het lijkt bovendien niet aannemelijk te veronderstellen dat een andere behandeling dan de CSP in deze groep een beter resultaat zou hebben opgeleverd dan 94% consolidatie of dat de enige amputatie daarmee had kunnen worden voorkómen.

De CSP bleek niet alleen een effectieve maar ook een veilige methode. Met een gemiddelde operatieduur van 2 uur (inclusief verwerven van het transplantaat) en een gemiddeld bloedverlies van een liter was de belasting voor de patiënt acceptabel. Dat gold evenzeer voor de frequentie en ernst van de complicaties.

De amputatiepatiënt, de enige echte mislukking, was ook de enige met een fistelende ontsteking op het moment van de (2× herhaalde) CSP. Hoewel men voorzichtig moet zijn met het trekken van conclusies uit één observatie, bestaat toch de indruk dat het essentieel is om bij de behandeling van de geïnfecteerde pseudarthrose te wachten met een bottransplantatie tot alle tekenen van infectie zijn verdwenen. Een adequaat débridement is daarvoor essentieel en antibiotica vervullen vermoedelijk alleen een ondersteunende rol. Ook als mislukking werd de patiënte beschouwd die zich suïcideerde en de patiënt bij wie onzekerheid bestond over de consolidatie, hoewel latere genezing van de pseudarthrose bij hen niet uitgesloten was.

De vrije gevasculariseerde fibulatransplantatie, waarbij het bot met de vaatsteel wordt uitgenomen, is een techniek die momenteel in de belangstelling staat bij de behandeling van grote botdefecten. Het belangrijkste nadeel van deze procedure is de operatie aan het enige gezonde been die blijvende gevolgen kan hebben. De fibula vormt een belangrijke aanhechtingsplaats voor spieren en Lambert (1971) liet in een statisch model zien dat 1/6 deel van de belasting van het been door de



fibula wordt gedragen. Bij kinderen kan na resectie van de fibula een valgusstand van de enkel ontstaan (Langenskiöld 1967) maar ook in een groep volwassenen vonden Lee e.a. (1990) dat slechts 40% symptomeloos was en dat 30% evidente spierzwakte had. Bovendien is transplantatie van een vrije fibula een technisch veeleisende en langdurige ingreep.

De CSP daarentegen is, vergeleken met een vrije fibulatransplantatie, een eenvoudige operatie die bovendien het voordeel biedt dat het contralaterale been niet wordt gecompromitteerd. Ook bij gebruik van een corticalisspaan uit de contralaterale tibia, die in combinatie met een CSP kan worden gebruikt, treedt restitutio ad integrum op wanneer men het periost in het donorbeen zorgvuldig sluit. Gebruik van een dergelijke spaan is echter slechts geïndiceerd bij uitzonderlijk grote defecten ( $> \pm 10$  cm) en was in de traumagroep alleen bij casus 31 (beiderzijds) noodzakelijk.

Een dergelijke corticalisspaan werd ook driemaal gebruikt om een groot defect (15-26cm) in de tibiaschacht na tumorresectie te overbruggen. Het doel van deze procedure is een nieuwe belastbare schacht te creëren *tussen* deze spaan en de fibula en *niet* de incorporatie van een autoloog corticaal transplantaat dat zelf de belasting overneemt, zoals werd beschreven door anderen (Enneking e.a. 1980). De complicaties (pseudarthrosevorming en breuk van het transplantaat) verschillen niet van die bij andere reconstructieve technieken en het eindresultaat in deze kleine groep patiënten was goed of uitstekend.

Wanneer een intacte fibula aanwezig is lijkt dus – ongeacht de grootte van het botdefect in de tibia – aan de contralaterale fibula geen behoefte te bestaan ofschoon de ervaring met defecten groter dan 10 cm in deze groep beperkt bleef tot 5 onderbenen.

Anders ligt die behoefte bij de congenitale pseudarthrose. Ook van de CSP zijn de resultaten bij deze zeer hardnekkige aandoening teleurstellend ofschoon herhaalde operaties soms succesvol waren. Hoewel recente publicaties met betrekking tot de congenitale pseudarthrose bemoedigend zijn ten aanzien van het vrije fibulatransplantaat, levert ook deze operatie helaas niet voor alle patiënten het beoogde resultaat op (Weiland e.a. 1990).

Voor bedekking van grote weke-delendefecten is de vrije gevasculariseerde myocutane lap een belangrijke aanwinst gebleken voor twee patiënten (casus 31 en 35) uit de traumagroep (Greene en Beatty; Gordon en Chiu; Knopp e.a. 1988). Goede samenwerking met de plastisch chirurg is voor de behandeling van dergelijke weke-delenletsels essentieel.

Restitutio ad integrum is na een langbestaande pseudarthrose uiteraard veelal een illusie geworden. Van dat besef is ook de patiënt terdege doordrongen en mede daardoor was 98% van de ondervraagde patiënten tevreden tot zeer tevreden over de totale behandeling met de CSP en het bereikte resultaat. Ook achteraf gezien had géén van hen een amputatie in een vroeg stadium geprefereerd. Allen waren blij dat het onderbeen behouden was gebleven ondanks de vaak lange ziekte duur, de vele operaties en de (meestal) aanwezige restverschijnselen. Ook de patiënt bij wie amputatie uiteindelijk noodzakelijk bleek, had geen spijt van alle pogingen

tot behoud van zijn been. De kans op 'bias', namelijk dat de patiënt de dokter die hem of haar heeft geopereerd niet wil teleurstellen en hem een geflatteerd antwoord geeft, is naar wij aannemen klein aangezien de onderzoeker bij slechts 2 van de 47 patiënten als operateur bij de behandeling was betrokken.

Fysieke prestaties werden geëvalueerd met de Karnofsky-index voor de periode vóór het ongeval, voor de periode met pseudarthrose en voor de periode na consolidatie. Twee patiënten hadden reeds lichte beperkingen vóór het ongeval (Karnofsky-score 90), de overige waren gezond (score 100). De score daalde tot gemiddeld 55 in de periode vóór de CSP. Een pseudarthrose van het onderbeen brengt dus een ernstige beperking in het fysiek functioneren van de patiënt met zich mee. Na consolidatie steeg de gemiddelde score tot 88. Er treedt een sterke vooruitgang op en de meeste patiënten kunnen weer (vrijwel) normaal functioneren maar volledig herstel wordt niet bereikt. Er blijven beperkingen bestaan die reeds waren bepaald door het primaire trauma, de toegepaste behandelingen of hun complicaties en de lange ziekteduur. Ruim 70% was echter ten tijde van het na-onderzoek in staat minimaal 2,5 km te lopen.

Bij 43% van de patiënten had de primaire fractuurbehandeling uit plaatosteosynthese bestaan. Het (hoofd) doel van interne fixatie is om 'Frakturkrankheit', dat wil zeggen dystrofie ten gevolge van immobilisatie, te voorkomen. Wanneer echter diepe infectie ontstaat, zijn de gevolgen vaak desastreus. Dystrofie en verlittekening die zich dan ontwikkelen staan in geen verhouding tot het beoogde voordeel van plaatosteosynthese en tot de (grotendeels) voorbijgaande stijfheid van gewrichten bij een conservatieve (brace) behandeling. Het risico op een dergelijk infect na plaatosteosynthese varieert van 3% voor ongecompliceerde niet-comminutieve onderbeenfracturen tot 12% voor gecompliceerde (Vermeer 1985, Fracturenstatistiek van het GAK).

Patiënten met een crurisfractuur zijn meestal jong en wanneer het genezingsproces dan niet verloopt zoals werd verwacht, komen werk of opleiding op losse schroeven te staan. Bij meer dan 70% van de ondervraagde patiënten heeft de pseudarthrose veel of zeer veel negatieve gevolgen voor hun werk gehad. Voor een belangrijk deel waren deze gevolgen, afhankelijk van de werksituatie, blijvend. Men komt na een langdurige ziekte nu eenmaal moeilijk weer aan de slag ongeacht het feit of men weer is genezen. De toenemende onzekerheid over de genezing had voor de meesten bovendien belangrijke psychische consequenties. Uit de gesprekken kwam naar voren dat de drempel om een tweede opinie te vragen bij enkele specialisten hoog lag. Interventie van de huisarts heeft in die gevallen een belangrijke 'beenreddende' rol gespeeld!

### **Discussie aangaande het enkelonderzoek**

Bij gezonde proefpersonen is er geen verschil in beweeglijkheid tussen linker en rechter enkel (Boone en Azen 1979; Roaas en Andersson 1982; Backer en Kofoed 1989). Jonsson e.a. (1984) verrichtten een vergelijkend onderzoek naar de gewrichtsspleet van het talocrurale gewricht. Zij vonden geen links-rechts verschil en geen relatie met de leeftijd. Wel was de gewrichtsspleet bij vrouwen gemiddeld 15% (0,5 mm) smaller dan bij mannen. Toch is de vraag gerechtvaardigd of het wel juist is om in dit onderzoek de contralaterale enkel als referentie

te gebruiken. Het is immers niet ondenkbaar, dat deze enkel overbelast is geweest tijdens de (dikwijls lange) periode dat het 'zieke' been ontlast moest worden waardoor ook in de 'gezonde' enkel vroegtijdige arthrose zou kunnen ontstaan. Gezien het ontbreken van klachten en afwijkingen in deze 'gezonde' enkel leek het echter gerechtvaardigd deze als referentie te gebruiken.

De beweeglijkheid van zowel het talocrurale gewricht als het subtalaire gewricht is na een voorspoedig genezen onderbeenfractuur, ongeacht de behandeling, veelal blijvend beperkt (McMaster 1976; Merriam en Porter 1983; Behrens en Searls 1986; Kempf e.a. 1986; Taylor en Allum 1988; Merchant en Dietz 1989). Over de belangrijkste oorzaak van stijfheid wordt verschillend gedacht. De ernst van het trauma en het daaraan gerelateerde weke-delenletsel (verlittekening en ischaemie) zijn waarschijnlijk de belangrijkste factoren (Ellis 1958b; Nicoll 1964; Behrens en Searls 1986; Taylor en Allum 1988) maar ook immobilisatie wordt verantwoordelijk gehouden (Karlström 1974). Wanneer een pseudarthrose ontstaat kan deze bewegingsbeperking alleen maar toenemen (McMaster 1976; Gershundi en Pinsker 1982; Jayaswal e.a. 1985; Maurer en Dillin 1987). In vele publicaties wordt de enkelfunctie echter niet genoemd of de methode van onderzoek slechts summier beschreven.

Het viel dus te verwachten dat de enkelfunctie in de onderzoekspopulatie beperkt zou zijn en het verlies aan beweeglijkheid van de 'zieke' enkel bedroeg gemiddeld 30%. Overeenkomstig de ervaring van andere auteurs is de dorsale flexie meer beperkt dan de plantaire (Taylor en Allum 1988). Ook bleek bij gestandaardiseerd röntgenonderzoek van het talocrurale gewricht een duidelijke gewrichtspleetversmalling te bestaan. Nochtans hadden de meeste patiënten hiervan weinig hinder: 97% had géén of slechts geringe pijnklachten in de enkel, 87% ondervond géén of slechts een weinig hinder van de stijfheid.

Stijfheid van het subtalaire gewricht bleek in belangrijke mate bepalend voor enkelklachten en de somscore hiervan correspondeerde met een stijf en arthrotisch talocruraal gewricht. De oorzaak moet niet worden gezocht in een causaal verband maar in een gemeenschappelijke oorzaak (langdurige ziekte en immobilisatie).

De invloed van een tibiofibulaire synostose op de enkel is bij deze patiënten hooguit gering. Bij analyse van de univariate correlaties bleek noch de afstand tussen synostose en het talocrurale gewricht noch de periode dat de synostose bestond van belang. Bij multivariate analyse werd wel een significante relatie gevonden tussen genoemde afstand en somscore van klachten en arthrose. Deels kan dit een schijnbaar verband zijn aangezien bij een distale fractuur de synostose ook meer distaal gelocaliseerd is en de hoogte van de fractuur mede bepalend is voor de stijfheid (McMaster 1976).

Hoewel dit niet viel te kwantificeren (bijna allemaal hoog-energetische traumata), delen wij de indruk dat de ernst van het initiële trauma één van de belangrijkste prognostische factoren is voor de uiteindelijke functie van het enkelgewricht. Geconcludeerd kan worden dat de tibiofibulaire synostose, die bij de CSP wordt gecreëerd, geen contra-indicatie vormt om een pseudarthrose van de tibia volgens deze methode te behandelen.

## **Aanbevelingen**

Uit dit onderzoek blijkt dat de patiënt met een onderbeenfractuur zowel uit lichamelijk, sociaal, als psychisch oogpunt beschouwd, geschaad wordt door een lange ziekteduur. De economische schade door directe kosten en langdurige arbeidsongeschiktheid is bovendien groot. Het is dus van belang de ziekteduur zo kort mogelijk te houden. Indien de te verwachten consolidatieduur van een fractuur wordt overschreden biedt de CSP uitkomst met een hoge mate van zekerheid. Het moment waarop moet worden ingegrepen is enigszins arbitrair maar op grond van het trauma en de fractuur kan men veelal anticiperen en behoeft een evidente pseudarthrose niet te worden afgewacht (Souter 1969). Voor iedere patiënt dient het risico van een mogelijk onnodige operatie tijdig te worden afgewogen tegen de grote zekerheid op consolidatie die een CSP verschaft. De CSP blijkt niet alleen een uiterst effectieve methode te zijn om een ongecompliceerde pseudarthrose te genezen, maar mag voor de geïnfecteerde pseudarthrose met botdefect als behandeling van eerste keuze worden beschouwd. Het verdient aanbeveling een CSP in overweging te nemen:

### *Als primaire pseudarthroseoperatie:*

- indien een niet-gecompliceerde onderbeenfractuur niet geconsolideerd is of geen tekenen van consolidatie toont na 6 maanden;
- indien een ernstig gecompliceerde onderbeenfractuur niet geconsolideerd is of geen tekenen van consolidatie toont na 9 maanden, ofschoon de indicatie soms al eerder kan worden gesteld;
- bij een infect/defect-pseudarthrose zo spoedig mogelijk, dat wil zeggen zodra de wond en de infectie zijn genezen.

### *Als laatste redmiddel in de pseudarthrosebehandeling:*

- wanneer consolidatie na een pseudarthroseoperatie van andere aard uitblijft. De grootte van het defect in de tibiaschacht is van ondergeschikt belang maar voldoende vaatvoorziening van het distale onderbeen en een goede innervatie van de voetzool vormen een 'conditio sine qua non';
- na resectie van de tibiaschacht wegens een tumorproces.

# Samenvatting en conclusies

## Inleiding en vraagstellingen

De behandeling van de onderbeenfractuur (tibia- en crurisfractuur) leidt in  $\pm 15\%$  van de gevallen tot een onbevredigend resultaat (bron: Fracturenstatistiek van het GAK, periode 1978 t/m 1985). De belangrijkste complicaties zijn pseudarthrosevorming, infectie of een combinatie van beide. Met name deze combinatie, de infect/defect-pseudarthrose vormt een crux binnen de orthopaedische chirurgie. In dit proefschrift worden een methode en resultaten van bottransplantatie beschreven – de centrale spongiosaplastiek (CSP) – waarmee men ook de infect/defect-pseudarthrose kan attaqueren. Doelstelling van deze behandeling is het creëren van een bruikbaar onderbeen met een geconsolideerde tibia.

Bij aanwezigheid van infectie wordt eerst al het necrotische en minder vitale weefsel geresceerd. Pas wanneer de infectie en de wonden zijn genezen volgt reconstructie van de tibiaschacht met de CSP.

Kenmerk van de CSP is dat, via een laterale toegangsweg, vers autoloog spongieus bot uit de bekkenkam naar een gecreëerde (centrale) ruimte tussen tibia en fibula wordt getransplanteerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de sterke osteogene stimulus die een vers autoloog spongiosatransplantaat geeft. Door dit transplantaat *tussen* tibia en fibula te leggen – en niet circulair rond de pseudarthrose – ontstaat zowel proximaal, ter hoogte van, als distaal van de pseudarthrose een botbrug die tibia en fibula verbindt (tibiofibulaire synostose). Herstel van de benige continuïteit is daardoor niet meer alleen afhankelijk van consolidatie van de pseudarthrose zelf. Juist bij botdefecten kan deze continuïteit óók worden hervonden doordat zich centraal in het onderbeen een nieuwe schacht vormt, die het defect overbrugt en die in staat is de belasting over te nemen. Botdefecten groter dan 10 cm werden eerst overbrugd met een autologe corticalisspaan.

Het indicatiegebied beperkt zich niet tot de posttraumatische pseudarthrose. Ook defecten in de tibiaschacht door andere oorzaken (congenitale pseudarthrose, tumorresectie, osteomyelitis) kunnen met een CSP worden behandeld.

Het onderzoek dat hier wordt beschreven bestond uit twee delen:

Enerzijds werden de resultaten van de CSP als methode ter behandeling van defecten in de tibiaschacht geanalyseerd waarbij het accent lag op de posttraumatische pseudarthrose, anderzijds werden de eventuele gevolgen van de bij deze operatie bewust gecreëerde tibiofibulaire synostose voor het talocrurale (enkel) gewricht nagegaan.

De volgende vragen werden gesteld:

1. a) Hoe zijn de resultaten van de CSP als behandelingsmethode van een langbestaande infect/defect-pseudarthrose van de tibiaschacht en hoe zijn deze bij de overige indicaties?
  - b) Wat is de invloed van een pseudarthrose van de tibiaschacht op het fysiek functioneren van de patiënt en wat is het effect van consolidatie hierop?
  - c) Welke sociale en psychische gevolgen had de pseudarthrose voor de patiënt en wat is de invloed van consolidatie hierop?
2. Welke waren de eventuele gevolgen van een tibiofibulaire synostose voor het enkelgewricht?

### **Patiënten en methode**

De onderzoeksgroep bestond uit 47 patiënten (48 gelaedeerde onderbenen) met een posttraumatische pseudarthrose van de tibiaschacht (de 'traumagroep') die allen met een CSP waren behandeld. Tevens werden 9 patiënten (de 'overigen') onderzocht bij wie de CSP op andere indicatie was uitgevoerd (congenitale pseudarthrose [5×], tumorresectie [3×], osteomyelitis [1×]).

Het na-onderzoek van de traumapatiënten bestond uit drie onderdelen:

- een vraagesprek en het invullen van een meerkeuze-vragenlijst waarin de sociale en psychische gevolgen van de pseudarthrose en het eventuele effect van consolidatie aan de orde werden gesteld. Voor het bepalen van de fysieke prestatiemogelijkheden werd de Karnofsky-index (zie tabel 4.1) gebruikt. De score werd geregistreerd voor de periode vóór het ongeval, voor die met pseudarthrose en voor de periode na consolidatie;
- een lichamenlijk onderzoek, toegespitst op de onderste extremiteiten;
- het vervaardigen van gestandaardiseerde röntgenfoto's van beide belaste enkelgewrichten en (zonodig) van het onderbeen.

Voor de 'overige' patiënten waren de meerkeuze-vragenlijst en de Karnofsky-index om praktische redenen niet bruikbaar. Verder was het na-onderzoek bij hen identiek aan dat van de 'traumagroep'.

### **Resultaten van de CSP**

#### **Traumagroep**

De primaire fractuurbehandeling van 43 van de 47 traumapatiënten vond plaats in een ziekenhuis elders. Bij het eerste consult op de afdeling orthopaedie van het AZR bestond bij ruim 25% van de onderbenen een fistelende osteomyelitis. Bij 70% van het totaal was infectie aanwezig geweest maar een deel van deze infecties was inmiddels genezen. Een botdefect met een gemiddelde lengte van 5,3 cm bestond bij 17 onderbenen waarvan 14 met infectie. Het gemiddelde aantal – aan de CSP voorafgaande – onderbeenoperaties ten behoeve van de fractuur bedroeg 4,7 (spreiding 0-14). Ten tijde van de CSP was gemiddeld 2,4 jaar na het ongeval verstreken.

Zeventien patiënten (36%) hadden elders het advies gekregen hun onderbeen te laten amputeren aangezien de pseudarthrose als onbehandelbaar werd beschouwd.

Consolidatie na één CSP werd bereikt in 94% van de gevallen. De gemiddelde klinische consolidatieduur bedroeg 6 maanden (spreiding 1,5–23), de gemiddelde röntgenologische – 8 maanden. Defect-pseudarthrosen hadden de meeste tijd nodig om te consolideren. In principe is na consolidatie uitwendige bescherming niet meer nodig, maar veelal werd uit voorzichtigheid de brace toch nog enige tijd gedragen. De gemiddelde operatieduur (CSP inclusief verwerven transplantaat) bedroeg 2 uur. Het gemiddelde totale bloedverlies was 1 liter.

Drieënveertig patiënten uit de 'traumagroep' waren beschikbaar voor na-onderzoek. De gemiddelde follow-up na de CSP bedroeg 7,3 jaar. Eén onderbeen werd na 3 pogingen in verband met een persisterende infectie geamputeerd. Eén patiënte pleegde suïcide en bij één (psychiatrische) patiënt was er onzekerheid over de consolidatie. Twee patiënten hadden een chronische fistel.

Na consolidatie van de pseudarthrose verbeterden de fysieke prestatiemogelijkheden sterk. De Karnofsky-score, die hiervoor een maat vormt, steeg van gemiddeld 55 punten vóór de CSP tot gemiddeld 88 na consolidatie. Ruim 70% van de patiënten was ten tijde van het na-onderzoek in staat minimaal 2,5 km te lopen. De pseudarthrose had voor velen belangrijke negatieve sociale en psychische gevolgen en consolidatie kan vaak, maar niet altijd verbetering brengen.

### **De groep 'overigen'**

De resultaten van de CSP bij de groep 'overigen' zijn als volgt:

Bij de congenitale pseudarthrose volgens de criteria van Morrissy (1981): goed (1×), matig (2×), slecht (1×) en amputatie (1×).

Bij de tumorresectie volgens de criteria van Enneking (1987): uitstekend (2×) en matig (1×). De waardering matig is echter een gevolg van de (onvermijdelijke) enkelarthrodese en komt niet overeen met het (goede) klinische resultaat. Het operatieresultaat bij de osteomyelitis-patiënt was goed.

### **Enkelonderzoek**

Bij 36 patiënten werd een gericht enkelonderzoek uitgevoerd met de bedoeling de eventuele gevolgen van een tibiofibulaire synostose voor het talocrurale gewricht na te gaan. De achterliggende vraag was of deze gevolgen eventueel een contra-indicatie vormen voor de CSP.

Binnen deze 'enkelgroep' had 97% géén of slechts geringe pijnklachten en 87% ondervond géén of slechts een weinig hinder van de stijfheid. Over de enkel-functie vóór de CSP valt door de langdurige immobilisatie geen uitspraak te doen. De functievermindering bij na-onderzoek bedroeg gemiddeld 30% en de gewrichtsspleetversmalling 15%. Bij analyse van de univariate correlaties bleek een lange ziekteduur te predisponeren tot zowel functieverlies als tot arthrose. Bij lineaire regressieanalyse bleek stijfheid van het subtalair gewricht samen te hangen met stijfheid en arthrose van het talocrurale gewricht.

## Conclusies

- De CSP is een doeltreffende, veilige en technisch relatief eenvoudige methode ter behandeling van de pseudarthrose van de tibiaschacht. De methode werkt onafhankelijk van de grootte van het defect in de tibiaschacht omdat zich een nieuwe – centraal gelegen – schacht vormt die in staat is de belasting over te nemen.
- Infectie dient eerst met een adequaat débridement te worden bestreden alvorens men tot reconstructie van de tibiaschacht overgaat. Mede door afwezigheid van lichaamsvreemd materiaal leidt deze methode niet tot recidiverende infectie.
- De CSP kan daarom niet alleen als primaire pseudarthrosebehandeling worden beschouwd, maar ook als laatste redmiddel waar andere methoden hebben gefaald.
- Grote defecten in de tibiaschacht kunnen succesvol worden overbrugd met een corticalispaan in combinatie met een CSP.
- De resultaten van de CSP bij de behandeling van congenitale pseudarthrose zijn daarentegen matig en wijken daarin niet af van andere methoden.
- Pseudarthrose van de tibiaschacht brengt belangrijke beperkingen met zich mee voor het fysiek functioneren van de patiënt. Consolidatie brengt hierin een aanmerkelijke verbetering maar 100% wordt het meestal niet meer.
- Pseudarthrose van de tibiaschacht heeft voor een groot deel van de patiënten ernstige sociale en psychische gevolgen die deels blijvend zijn.
- De tibiofibulaire synostose die door de CSP wordt gecreëerd had in deze onderzoeksgroep geen aanwijsbare negatieve gevolgen voor het enkelgewricht. De beweeglijkheid van de enkel is na een genezen pseudarthrose weliswaar beperkt, maar de meeste patiënten hadden daarvan geen of slechts weinig last bij lange follow-up.
- Zowel uit lichamelijk, sociaal als psychisch oogpunt beschouwd, is de patiënt met een onderbeenfractuur die niet of vertraagd consolideert, gebaat bij tijdige interventie.



# Summary and conclusions

## Introduction and problems

The treatment of tibial diaphyseal fractures yields unsatisfactory results in 15% of the cases (source: fracture-statistics of the GAK, ranging from 1978 to 1985). The most serious complications are formation of pseudarthrosis, infection or a combination of the two. Especially this combination, the so called infect/defect-pseudarthrosis, forms a challenging problem in orthopaedic surgery.

In this thesis the method and results of *central cancellous grafting (CCG)* (in Dutch CSP), which was developed to treat the infect/defect-pseudarthrosis, are described. The aim of this treatment is the creation of a useful leg with a consolidated tibia.

When infection is present all necrotic bone and soft tissues are first removed by wide excision and the bone-grafting is postponed until all signs of infection have disappeared and the wound has healed.

The CCG is characterized by transplantation of fresh autologous cancellous bone from the posterior iliac crest, to a newly created central space in between the tibia and fibula through a lateral approach. The strong osteogenic stimulus of fresh autologous cancellous grafts is utilized in this method. By placing the graft *in between* tibia and fibula – as opposed to the circular position around the pseudarthrosis – a bridge of bone connecting tibia and fibula, the so called tibiofibular synostosis is created at the level of the pseudarthrosis as well as at a more proximal and distal level. The restoration of the bony-continuity therefore does not solely depend upon consolidation of the pseudarthrosis itself. In bone-defects especially this bony-continuity can also be restored by formation of a new central tubular bone, with a cortical shaft and a marrow cavity, which bridges the defect and has enough strength to bear the body-weight. Bone-defects larger than 10 cm are first bridged with an autologous cortical graft.

The indication for this procedure is not limited to post-traumatic pseudarthrosis. Defects in the tibial shaft, due to other causes such as congenital pseudarthrosis, tumoresection and osteomyelitis, can also be treated by CCG.

The study described in this thesis consists of two parts. In the first part the results of CCG as a treatment of defects in the tibial shaft were analysed, with emphasis on the post-traumatic pseudarthrosis. In the second part the long-term effects of the newly created tibiofibular synostosis for the talocrural (ankle) joint were studied.

The questions asked were:

1. a) What are the results of CCG as a method of treatment for long-standing infect/defect-pseudarthrosis of the tibial shaft and what are the results of CCG for the other indications?
  - b) How does pseudarthrosis of the tibial shaft affect the physical functioning of a patient and what is the influence of consolidation on this?
  - c) How does pseudarthrosis affect a patient socially and psychologically and in which way can consolidation influence this?
2. What were the consequences, if any, of a tibiofibular synostosis for the ankle-joint?

### **Patients and methods**

Forty-seven patients (48 traumatized legs) with a post-traumatic pseudarthrosis of the tibial shaft (the 'trauma group') were treated by CCG. Nine patients (the 'other group') received treatment with CCG for different indications (congenital pseudarthrosis [5×], tumorresection [3×], osteomyelitis [1×]).

The follow-up of the 'trauma group' was made up of three parts:

- an interview and a multiple-choice questionnaire were used to investigate the social and psychological effects of the pseudarthrosis and the influence of consolidation on these factors. Physical performance of the patient was determined by using the Karnofsky-index (see table 4.1). The scores were registered for the pretrauma period, the period with pseudarthrosis and the period after consolidation;
- a physical examination with special attention to the lower extremities;
- standardized radiographs of both ankle-joints and when necessary of the lower leg.

For the 'other group' of patients the multiple-choice questionnaire and the Karnofsky-index could not be used for several practical reasons. The rest of their follow-up was identical to that of the 'trauma group'.

### **Results of the CCG**

#### **'Trauma group'**

The primary fracture treatment of 43 of the 47 trauma patients took place in hospitals other than the University Hospital Rotterdam. At the time of the first visit to the Department of Orthopaedic Surgery at the University Hospital, 25% of the patients were suffering from osteomyelitis with fistula formation in the lower leg. Seventy percent of the total group had suffered from infection, but a number of these had recovered in the meantime. Bone-defects with an average length of 5.3 cms were found in 17 lower legs, of which 14 also had an infection. The average number of lower leg operations for the treatment of the fracture and soft tissues, preceding the CCG was 4.7 (range 0-14). The CCG took place on average 2.4 years after the accident.

Seventeen patients (36%) had been advised in other hospitals to have their lower leg amputated because the pseudarthrosis was considered beyond treatment.

Consolidation after one CCG was achieved in 94% of the cases. The average time taken for clinical consolidation was 6 months (range 1,5-23), and for radiological consolidation 8 months (range 2-27). Defect-pseudarthroses took the longest to heal. External protection is generally not necessary after consolidation, but the brace was usually worn as a precautionary measure for sometime afterwards. The average duration of the operation (CCG and obtaining of the graft from the iliac crest) was two hours. The total blood-loss was on average 1 litre.

Forty-three patients from the 'trauma group' were available for follow-up, which averaged 7.3 years. One leg was amputated after 3 attempts with CCG because of a persisting infection. One patient committed suicide and in one (psychiatric) patient consolidation remained uncertain. Two patients had a chronic fistula.

It would appear that consolidation of the pseudarthrosis led to considerable improvement of the physical abilities of the patients. The Karnofsky-score, which is an indication for these, rose from an average of 55 points before CCG, to an average of 88 after consolidation. More than 70% of the patients were able to walk 2.5 km or more at the time of the follow-up.

The pseudarthrosis had quite significant negative social and psychological consequences for many of the patients and consolidation was often associated with improvement.

### **The 'other group'**

The results of CCG in the 'other group' were as follows:

- in the patients with congenital pseudarthrosis, using the criteria by Morrissy (1981): good (1×), moderate (2×), poor (1×) and amputation (1×);
- in the patients with a defect in the tibial shaft due to tumor resection, using the criteria by Enneking (1987): excellent (2×) and moderate (1×). The judgement 'moderate' however, was a result of the unavoidable arthrodesis of the ankle-joint and does not correlate well with the good final clinical result;
- the result of CCG was good in the patient with osteomyelitis.

### **Ankle investigation**

In 36 patients a standardised clinical and radiological examination of the ankle was performed, in order to detect any effect that a tibiofibular synostosis may have on the talocrural joint and to determine whether such an effect might be a contraindication for CCG.

Of this 'ankle group', 97% had no pain or only very little pain in the lower leg. Eighty-seven percent of the patients had only slight or no inconvenience from rigidity of the ankle. Although it is not possible to define the ankle function before CCG because of the longstanding immobilisation, the decrease in ankle function at the follow-up averaged 30% and the narrowing of the talocrural joint space 15%. Analysis of the univariate correlations showed that a long-standing sickness predisposed to loss of function as well as osteo-arthritis. The linear regression analysis showed that stiffness of the subtalar joint was related to stiffness and osteoarthritis of the talocrural joint.

## Conclusions

- Central cancellous grafting (CCG) is an efficient, safe and technically relatively non-demanding procedure for the treatment of pseudarthrosis of the tibial shaft. The method works irrespective of the length of the tibial defect because a new – centrally positioned – shaft is formed which is strong enough to carry the body weight.
- Infection must be countered with an adequate debridement before reconstruction of the tibial shaft is performed. It is partly due to the absence of osteosynthesis material that CCG does not lead to recurrent infection.
- CCG should be considered not only a primary method of treatment for pseudarthrosis, but also in the last resort where other methods have failed.
- Large defects in the tibial shaft can be bridged successfully with a cortical graft in combination with CCG.
- The results of CCG, when it is used to treat congenital pseudarthrosis are moderate, which is not different from other methods of treatment.
- Pseudarthrosis of the tibial shaft greatly limits the physical functioning of a patient. Consolidation leads to a significant improvement, but one cannot expect to achieve a 100% return of function.
- Pseudarthrosis of the tibial shaft has serious social and psychological consequences which partly persist.
- The tibiofibular synostosis that is created by CCG did not have any noticeable negative bearing on the ankle-joint. The mobility of the ankle is often limited after a pseudarthrosis has healed, but most of the patients did not consider this a significant discomfort at long-term follow-up.
- From a physical, social as well as from a psychological point of view, the patient with a fracture of the lower leg that shows delayed or no consolidation will be benefited by timely central cancellous grafting.

# Topografische anatomie van het onderbeen

De loop en ligging van enkele structuren die bij de CSP bijzondere aandacht vergen worden beschreven. Met name de plaatsen waar vaten en zenuwen zich van dorsaal (flexorenloge) naar ventraal (extensorenloge) begeven en de loop van de membrana interossea zijn van belang.

## Vascularisatie

Drie belangrijke arteriën, alle voortvloeiend uit de A. poplitea, voorzien het onderbeen van bloed. De A. poplitea loopt via de gelijknamige fossa door tot onder de arcus tendineus M. solei. Hier splitst hij zich in de A. tibialis posterior en anterior.

De A. tibialis anterior steekt direct over naar de extensorenloge via een opening in de membrana om ventraal de N. peroneus profundus te ontmoeten. Juist deze doortree-plaats is kwetsbaar tijdens de operatie. Gezamenlijk vervolgen arterie en zenuw – over de membrana – hun weg naar distaal daarbij begeleid door twee Vv. tibiales anteriores (zie figuur 3.3-A). Aanvankelijk ligt deze neurovasculaire bundel tussen de M. tibialis anterior en M. extensor digitorum, later tegen de tibia tussen de M. tibialis anterior en de M. extensor hallucis longus. Onderweg splitsen zich enkele takken af.

De A. tibialis posterior die op de grens van oppervlakkige en diepe flexoren samen met de N. tibialis en twee venen zijn weg naar distaal voortzet, geeft de A. peronea af. Zelf is de A. tib. post. bij deze operatie niet van belang.

De A. peronea, ook wel A. fibularis genoemd, heeft een kleiner caliber dan de A. tibialis posterior. Deze arterie loopt, door twee Vv. peroneae vergezeld (maar zonder zenuw), dicht tegen de mediale zijde van de fibula, en door de M. flexor hallucis longus overdekt, naar distaal. Door deze ligging kan de A. peronea tijdens het lossnijden van de membrana makkelijk worden gelaedeerd. De A. peronea geeft ter hoogte van de enkel de ramus communicans af, die een connectie vormt met de A. tibialis posterior. Ook geeft de A. peronea de ramus perforans af die de membrana, net boven de malleolus, naar ventraal perforereert.

## Innervatie

De N. ischiadicus draagt zorg voor de gehele motorische en vrijwel de gehele sensibele innervatie van het onderbeen. Alleen de N. saphenus, die de sensibele innervatie aan de mediale zijde verzorgt, is een tak van de N. femoralis. De N. ischiadicus splitst zich in de N. tibialis en de N. peroneus communis.

De N. tibialis vervolgt zijn weg naar distaal tussen de flexoren die hij verzorgt en blijft net als de A. tibialis posterior, bij deze operatie buiten schot.

De N. peroneus communis daarentegen zoekt, evenals de A. tibialis anterior, zijn verdere weg naar ventraal maar kiest een duidelijk andere route. In tegenstelling tot de arterie perforereert hij niet de membrana, maar maakt een omleiding via lateraal. De N. peroneus communis windt zich daar om de hals van de fibula en splitst zich in de N. peroneus profundus en superficialis. Bij een proximale pseudarthrose wordt deze zenuw vrijgeprepareerd.

De N. peroneus profundus doorboort het septum intermusculare anterius en de M. extensor digitorum longus om dan de A. en Vv. tibiales anteriores te ontmoeten en verder te begeleiden. De N. peroneus profundus innerveert de extensoren en verzorgt de sensibiliteit van de aangrenzende zijden van eerste en tweede teen.

De N. peroneus superficialis loopt aanvankelijk ventraal van de fibula in de peroneusloge naar distaal en geeft rami musculares aan de Mm. peronei af. In de distale helft van het onderbeen doorboort hij de fascia cruris en splitst zich in twee sensibele eindtakken: de N. cutaneus dorsalis medialis (pedis) en de N. cutaneus dorsalis intermedius (pedis) die de huid van de voetrug, met uitzondering van het spatium tussen eerste en tweede teen, innervieren.

### **De membrana interossea**

De membrana interossea is gefixeerd aan de margo interosseus van tibia en fibula. Proximaal in het onderbeen loopt de membrana meer in het saggitale vlak en distaal meer in het frontale. Het vezelverloop is gekruist.

# Onderzoekslijst

## Inhoudsopgave

- Sectie 1 Patiëntgegevens en data
- Sectie 2 Primaire aandoening
- Sectie 3 Primaire behandeling
- Sectie 4 Vervolgbehandeling(en)
- Sectie 5 Vervolgbehandeling(en) afdeling orthopaedie-AZR (exclusief CSP)
- Sectie 6 Status onderbeen direct vóór CSP
- Sectie 7 De centrale spongiosaplastiek
- Sectie 8 Postoperatief beloop/consolidatie
- Sectie 9 Resultaat bij na-onderzoek
- Sectie 10 Gezondheidstoestand
- Sectie 11 Röntgenonderzoek

De variabelen in de onderzoekslijst kregen ieder een eigen naam (V101, V102, V103, etc.). De data in sectie 1 werden steeds gecodeerd in dag, maand en jaar (voorbeeld: zie geboortedatum). Terwille van de overzichtelijkheid zijn de variabelen en splitsingen van de overige data uit de lijst weggelaten. Code 9 werd steeds gebruikt wanneer gegevens onbekend of niet van toepassing waren.

## Sectie 1 Patiëntgegevens en data

Operationele definitie/code

Casusnummer

Geslacht: 1 = man, 2 = vrouw

Geboortedatum

geboortedatum-dag

geboortedatum-maand

geboortedatum-jaar

99 = onbekend

Datum na-onderzoek

Datum ongeval

Opnamedatum CSP

Operatiedatum CSP

Ontslagdatum CSP

Aanvangsdatum mobilisatie (onbelast)

Aanvangsdatum mobilisatie (partieel belast)

Aanvangsdatum mobilisatie (volledig belast  
*met* bescherming)

Aanvangsdatum mobilisatie (volledig belast  
*zonder* bescherming)

Datum klinische consolidatie

Datum röntgenologische consolidatie

Amputatieadvies elders, 0 = nee, 1 = ja,

9 = onbekend

## Sectie 2 Primaire aandoening

Groepering:

1 = trauma

2 = congenitale pseudarthrose

3 = tumor

4 = haematogene osteomyelitis

5 = operatiecomplicatie

Oorzaak van het trauma:

1 = verkeer

2 = bedrijf

3 = sport

4 = overige

9 = onbekend

Aard van het trauma:

1 = direct/lage energie

2 = direct/hoge energie

3 = indirect/lage energie

4 = indirect/hoge energie

9 = onbekend

Localisatie tibiafractuur/pseudarthrose:

1 = re onderbeen proximale 1/3 deel

2 = re onderbeen middelste 1/3 deel

3 = re onderbeen distale 1/3 deel

4 = re onderbeen verschillende niveaus

5 = li onderbeen proximale 1/3 deel

6 = li onderbeen middelste 1/3 deel

7 = li onderbeen distale 1/3 deel

8 = li onderbeen verschillende niveaus

9 = onbekend

Fractuurtype:

1 = dwars

2 = kort-schuin

3 = lang-schuin/spiraal

4 = comminutief

5 = segment

9 = onbekend

Intra-articulaire uitbreiding in de enkel:

0 = geen

1 = wel

9 = onbekend

Initiële dislocatie tibia:

0 = geen

1 =  $\leq 1/2$  schachtbreedte

2 =  $> 1/2$  schachtbreedte maar niet  
volledig

3 = volledig

9 = onbekend

Complicatie (indeling Gustilo):

0 = geen,

1 = graad-I

2 = graad-II

3 = graad-III A

4 = graad-III B

5 = graad-III C

6 = graad-III (NNO)

9 = onbekend

### *Neveniagnosen*

Fibulafractuur (ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Heupfractuur (ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Femurschacht/condylfractuur

(ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Patellafractuur (ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Enkelfractuur (ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Fractuur voet (ipsilateraal):

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend



Vaatletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Peesletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Perifeer zenuwletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Centraal zenuwletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Letsel contralaterale been:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Letsel contralaterale enkel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Multi-traumatisé:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

### Sectie 3 Primaire behandeling

Plaats primaire behandeling:

1 = elders

2 = afdeling orthopaedie-AZR

9 = onbekend

Specialisme:

1 = algemeen chirurg

2 = orthopaedisch chirurg

3 = co-behandeling

9 = onbekend

Gips:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Draadextensie:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Fixateur externe:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Schroefosteosynthese:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Plaatosteosynthese:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Mergpen:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Cerclage:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Necrotomie/wondtoilet:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Weke-delenplastiek:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Bottransplantaat:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Tumorresectie:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Andere methode:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

### Sectie 4 Vervolgbehandeling(en)

Gips:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Brace:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Draadextensie:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Fixateur externe:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Schroefosteosynthese:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Plaatosteosynthese:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Mergpen:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Cerclage:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Verwijderen osteosynthesemateriaal:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Necrotomie/wondtoilet:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Weke-delenplastiek:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Fibula-osteotomie:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Bottransplantaat:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Tumorresectie:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Andere methode:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

## Sectie 5 Vervolgbehandeling(en) afdeling orthopaedie - AZR (exclusief CSP)

Verwijderen osteosynthesemateriaal:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Necrotomie onderbeen:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Weke-delenplastiek:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Tibiaspaan:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Totaal aantal onderbeenoperaties vóór de CSP  
(narcose of regionale analgesie)

Totaal aantal ziekenhuisverpleegdagen vóór de CSP

Diepe infectie tijdens primaire- of  
vervolgbehandeling:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

## Sectie 6 Status onderbeen direct vóór de CSP

Tibiapseudarthrose:

1 = atrofisch

2 = hypertrofisch

3 = defect

4 = niet classificeerbaar

9 = onbekend

Botdefect (mm):

999 = onbekend

Fibula:

0 = intact

1 = niet intact

9 = onbekend

Verkorting (mm):

999 = onbekend

Varusstand tibia (graden):

99 = onbekend

Valgusstand tibia (graden):

99 = onbekend

Antecurvatie tibia (graden):

99 = onbekend

Recurvatie tibia (graden):

99 = onbekend

Exorotatie voet (graden):

99 = onbekend

Endorotatie voet (graden):

99 = onbekend

Fistelende ontsteking:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Perifeer zenuwletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Vaatletsel:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Kniefunctie:

0 = onbeperkt

1 = licht beperkt ( $\leq 30^\circ$ )

2 = ernstig beperkt

9 = onbekend

Enkelfunctie:

0 = onbeperkt

1 = licht beperkt

2 = ernstig beperkt of stijf

9 = onbekend

## Sectie 7 De centrale spongiosaplastiek

Operatieduur (minuten)

Bloedleegte:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

Bloedverlies OK (ml):

9999 = onbekend

Bloedverlies drains (ml):

9999 = onbekend

Bloedverlies totaal (ml):

9999 = onbekend

Antibiotica:

0 = geen

1 = preventief

2 = op geleide kweek

9 = onbekend

Immobilisatie postoperatief:

0 = geen

1 = onderbeengips

2 = bovenbeengips

3 = fixateur externe

9 = onbekend

Operatieve bijzonderheden:

0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

## Sectie 8 Postoperatief beloop/consolidatie

### Anticoagulantia:

- 0 = geen
- 1 = tot ontslag
- 2 = voortgezet na ontslag
- 9 = onbekend

### Wondgenezing:

- 0 = ongestoord
- 1 = gestoord
- 9 = onbekend

### Wondinfectie:

- 0 = geen
- 1 = oppervlakkig
- 2 = diep
- 9 = onbekend

### Bloeding:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Trombose:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Cardiale complicaties:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Pulmonale complicaties:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Urineweg infectie:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Decubitus:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Andere complicaties:

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

### Vervolg operaties na de CSP:

- 0 = geen
- 1 = herhalen/uitbreiden CSP
- 2 = anders
- 9 = onbekend

### Consolidatie:

- 0 = geen
- 1 = na 1<sup>o</sup> CSP
- 2 = na 2<sup>o</sup> CSP
- 3 = na 3<sup>o</sup> CSP

## Sectie 9 Resultaat bij na-onderzoek

### *Anamnestic*

#### Beoordeling operatieresultaat door patiënt:

- 0 = zeer tevreden
- 1 = tevreden
- 2 = matig tevreden
- 3 = ontevreden
- 9 = onbekend

#### Fistel:

- 0 = geen
- 1 = af en toe
- 2 = chronisch
- 9 = onbekend

#### Pijnklachten onderbeen:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

#### Knieklachten:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

#### Pijnklachten enkel:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

#### Stijfheid enkel:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

#### Hinder stijfheid enkel:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

#### Zwelling enkel:

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

**Klachten contralaterale been:**

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

**Klachten contralaterale enkel:**

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

**Hinder van beenlengteverschil:**

- 0 = geen
- 1 = gering
- 2 = tamelijk veel
- 3 = veel
- 4 = zeer veel
- 9 = onbekend

**Loopafstand:**

- 0 = onbeperkt
- 1 = tussen 2,5 en 5 km  
(beperkt door onderbeen)
- 2 = tussen 0,5 en 2,5 km  
(beperkt door onderbeen)
- 3 = tussen 250 en 500 m  
(beperkt door onderbeen)
- 4 = alleen in huis
- 5 = beperkt door andere factoren
- 9 = onbekend

**Gebruik hulpmiddelen**

**Onderbeenorthese:**

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

**Stok of kruk:**

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

**Orthopaedisch schoeisel:**

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

**Zool- en/of hakverhoging:**

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

**Andere hulpmiddelen:**

- 0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

**Hardlopen:**

- 0 = zonder problemen
- 1 = met moeite
- 2 = onmogelijk
- 3 = beperkt door andere factoren
- 9 = onbekend

**Traplopen:**

- 0 = zonder problemen
- 1 = met moeite
- 2 = onmogelijk
- 3 = beperkt door andere factoren
- 9 = onbekend

**Fietsen:**

- 0 = zonder problemen
- 1 = met moeite
- 2 = onmogelijk
- 3 = beperkt door andere factoren
- 9 = onbekend

**Hurken:**

- 0 = zonder problemen
- 1 = met moeite
- 2 = onmogelijk
- 3 = beperkt door andere factoren
- 9 = onbekend

**Sporten:**

- 0 = oorspronkelijke sport hervat  
(oude niveau)
- 1 = oorspronkelijke sport hervat  
(lager niveau)
- 2 = andere sport(en)
- 3 = onmogelijk
- 4 = geen animo
- 9 = onbekend

**Fysisch diagnostisch**

(in vergelijking met andere zijde)

**Looppatroon:**

- 0 = normaal
- 1 = licht manken
- 2 = ernstig manken
- 9 = onbekend

**Verkorting onderbeen (mm):**

- 999 = onbekend

**Heupgewricht:**

- 0 = normaal beweeglijk
- 1 = beperkt beweeglijk
- 9 = onbekend

**Flexiebeperking knie (graden):**

- 99 = onbekend

**Extensiebeperking knie (graden):**

- 99 = onbekend

**Kniestabiliteit:**

- 0 = normaal
- 1 = lichte instabiliteit (1+)
- 2 = ernstige instabiliteit (2+ of meer)
- 9 = onbekend

**Exorotatie-afwijking onderbeen (graden):**

- 99 = onbekend

**Endorotatie-afwijking onderbeen**

(graden):

- 99 = onbekend

**Fistelende ontsteking onderbeen**

(af en toe = ja):

- 0 = nee, 1 = ja, 9 = onbekend

**Dorsaalflexie rechter enkel (graden) :**

- 99 = onbekend

**Dorsaalflexie linker enkel (graden) :**

- 99 = onbekend

Plantairflexie rechter enkel (graden) :

99 = onbekend

Plantairflexie linker enkel (graden) :

99 = onbekend

Subtalaire gewricht rechts:

0 = normaal beweeglijk

1 = beperkt beweeglijk

2 = stijf

9 = onbekend

Subtalaire gewricht links:

0 = normaal beweeglijk

1 = beperkt beweeglijk

2 = stijf

9 = onbekend

Bovenbeenatrofie (mm):

99 = onbekend

Onderbeenatrofie (mm):

99 = onbekend

*(N. peroneus profundus)*

Aanspannen M. tibialis anterior:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Aanspannen M. extensor hallucis longus:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Aanspannen M. extensor digitorum longus:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

*(N. peroneus superficialis)*

Aanspannen Mm. peronei:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

*(N. tibialis)*

Aanspannen M. tibialis posterior:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Aanspannen M. flexor hallucis longus:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Aanspannen M. flexor digitorum longus:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

*(N. peroneus profundus)*

tastzin spatium digitus I en II:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

*(N. peroneus superficialis)*

tastzin voetrug:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

*(N. tibialis)*

Tastzin voetzool:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Kniepeesreflex:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Achillespeesreflex:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

Voetzoolreflex:

0 = ongestoord, 1 = gestoord,

9 = onbekend

A. dorsalis pedis:

0 = pulseert normaal

1 = pulseert niet

9 = onbekend

A. tibialis posterior:

0 = pulseert normaal

1 = pulseert niet

9 = onbekend

Veneuze stuwning:

0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

Oedeem:

0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

Toegenomen pigmentatie:

0 = geen, 1 = wel, 9 = onbekend

Aspect extremiteit:

0 = (vrijwel) normaal onderbeen

1 = kwetsbare huid

2 = ernstig ontsierende littekens

9 = onbekend

## Sectie 10 Gezondheidstoestand

### *Fysieke prestatiemogelijkheden*

Het betreft de best passende score:

999 = onbekend.

Karnofsky-score in de periode vóór het ongeval.

Karnofsky-score in de periode met pseudarthrose.

Karnofsky-score in de periode na consolidatie.

### *Sociale en psychische gevolgen*

Heeft het uitblijven van de genezing van uw onderbeen (periode vóór de CSP) nadelige gevolgen opgeleverd voor uw:

Kies het antwoord dat uw situatie het dichtst benadert.

0 = geen, 1 = gering, 2 = tamelijk veel, 3 = veel, 4 = zeer veel,

9 = niet van toepassing of onbekend

- Baan of (betaald) werk
- Financiële situatie
- School en/of opleiding
- Huishoudelijke werkzaamheden
- Sociale leven (uitgaan, vrienden bezoeken etc.)

- Huiselijk leven
- Sexuele leven
- Hobby's en vrijetijdsbesteding
- Vakantie
- Psychisch welbevinden

Heeft de genezing van uw onderbeen (door de CSP) een positief effect gehad op uw:

Kies het antwoord dat uw situatie het dichtst benadert.

0 = geen, 1 = gering, 2 = tamelijk veel, 3 = veel, 4 = zeer veel,

9 = niet van toepassing of onbekend

- Baan of (betaald) werk
- Financiële situatie
- School en/of opleiding
- Huishoudelijke werkzaamheden
- Sociale leven (uitgaan, vrienden bezoeken etc.)
- Huiselijk leven
- Sexuele leven
- Hobby's en vrijetijdsbesteding
- Vakantie
- Psychisch welbevinden

## Sectie 11 Röntgenonderzoek

### *Tibia*

Lengte van de tibia (mm):

999 = onbekend

Type consolidatie:

0 = centrale botmassa met consolidatie van de pseudarthrose (type A)

1 = centrale botmassa zonder consolidatie van de pseudarthrose (type B)

2 = proximale en distale synostose met hypertrofie van de fibula (type C)

3 = anders

9 = onbekend

Fibula:

0 = intact, 1 = niet intact, 9 = onbekend

Lengte synostose (mm):

999 = onbekend

Afstand tussen distale begrenzing synostose en enkel (mm):

999 = onbekend

Varusstand tibia (graden):

99 = onbekend

Valgusstand tibia (graden):

99 = onbekend

Antecurvatie tibia (graden):

99 = onbekend

Recurvatie tibia (graden):

99 = onbekend

*Enkel* (in vergelijking met andere zijde)

Vormverandering distale tibia:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,

9 = onbekend

Vormverandering distale fibula:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,

9 = onbekend

Vormverandering talus:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,

9 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts

positie 1 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts  
positie 2 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts  
positie 3 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts  
positie 4 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts  
positie 5 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet rechts  
positie 6 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 1 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 2 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 3 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 4 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 5 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Talocrurale gewrichtsspleet links  
positie 6 ( $10^{-1}$ mm):

99 = onbekend

Subchondrale sclerose tibia:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Subchondrale sclerose fibula:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Subchondrale sclerose talus:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteofytformatie tibia:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteofytformatie fibula:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteofytformatie talus:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Cysteformatie tibia:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Cysteformatie fibula:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Cysteformatie talus:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteoporose tibia:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteoporose fibula:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

Osteoporose talus:

0 = geen, 1 = gering, 2 = ernstig,  
9 = onbekend

## BIJLAGE 3

# De complicatie-indeling van fracturen volgens Gustilo

|            |                                                                                                                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Graad-I    | Gecompliceerde fractuur met een schone wond kleiner dan 1 cm.                                                                                                      |
| Graad-II   | Gecompliceerde fractuur met een wond groter dan 1 cm maar zonder uitgebreid weke-delenletsel, huidflappen, of avulsies.                                            |
| Graad-IIIA | Adequate weke-delenbedekking van de fractuur ondanks uitgebreid weke-delenletsel, flappen, of hoog-energetisch trauma en onafhankelijk van de grootte van de wond. |
| Graad-IIIB | Uitgebreid weke-delenletsel met afgeschoven periost en expositie van bot. Dit gaat meestal gepaard met ernstige contaminatie.                                      |
| Graad-IIIC | Gecompliceerde fractuur met arterieel letsel dat herstel behoeft.                                                                                                  |



BIJLAGE 4

Kruistabellen

Tabel 1 Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de baan.

**Baan**

*positieve invloed CSP*

|                                 |               |      |        |               |      |           |         |
|---------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
|                                 |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
| negatieve invloed pseudarthrose | geen          | 5    |        |               |      |           | 5       |
|                                 | gering        |      |        | 2             |      |           | 2       |
|                                 | tamelijk veel |      | 1      | 1             |      |           | 2       |
|                                 | veel          |      |        |               |      |           |         |
|                                 | zeer veel     | 5    | 3      | 1             | 3    | 10        | 22      |
|                                 |               | 10   | 4      | 4             | 3    | 10        | 31 = n* |

**Tabel 2** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de financiële situatie.

**Financiële situatie**

*positieve invloed CSP*

|                                 |               |      |        |               |      |           |         |
|---------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| negatieve invloed pseudarthrose |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                 | geen          | 10   |        |               |      |           | 10      |
|                                 | gering        | 3    | 2      | 1             |      | 1         | 7       |
|                                 | tamelijk veel |      | 2      |               |      | 1         | 3       |
|                                 | veel          | 2    |        | 1             | 2    | 1         | 6       |
|                                 | zeer veel     | 4    | 1      | 2             |      | 1         | 8       |
|                                 |               | 19   | 5      | 4             | 2    | 4         | 34 = n* |

**Tabel 3** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de school/opleiding.

**School/opleiding**

*positieve invloed CSP*

|                                 |               |      |        |               |      |           |         |
|---------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| negatieve invloed pseudarthrose |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                 | geen          | 2    |        |               |      |           | 2       |
|                                 | gering        |      |        | 1             |      |           | 1       |
|                                 | tamelijk veel |      | 1      |               |      |           | 1       |
|                                 | veel          |      |        |               | 2    |           | 2       |
|                                 | zeer veel     | 1    |        | 1             | 1    | 3         | 6       |
|                                 |               | 3    | 1      | 2             | 3    | 3         | 12 = n* |

**Tabel 4** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de huishoudelijke werkzaamheden.

### Huishoudelijke werkzaamheden

*positieve invloed CSP*

|               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| geen          | 3    |        | 2             |      |           | 5       |
| gering        | 1    | 2      | 3             | 1    |           | 7       |
| tamelijk veel |      |        | 1             | 1    |           | 2       |
| veel          |      |        |               |      | 3         | 3       |
| zeer veel     |      |        | 4             |      | 9         | 13      |
|               | 4    | 2      | 10            | 2    | 12        | 30 = n* |

**Tabel 5** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op het sociale leven.

### Sociale leven

*positieve invloed CSP*

|               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| geen          | 6    | 1      | 1             |      | 1         | 9       |
| gering        | 1    | 2      | 4             | 1    | 3         | 11      |
| tamelijk veel |      | 1      | 2             | 1    | 1         | 5       |
| veel          | 1    |        |               | 1    | 2         | 4       |
| zeer veel     | 1    | 2      | 2             | 1    | 7         | 13      |
|               | 9    | 6      | 9             | 4    | 14        | 42 = n* |

**Tabel 6** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op het huiselijk leven.

**Huiselijk leven**

*positieve invloed CSP*

|                                        |               |      |        |               |      |           |         |
|----------------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| <i>negatieve invloed pseudarthrose</i> |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                        | geen          | 6    |        | 1             |      |           | 7       |
|                                        | gering        | 2    | 5      | 4             | 1    | 1         | 13      |
|                                        | tamelijk veel |      | 1      | 3             |      | 1         | 5       |
|                                        | veel          | 2    |        |               | 1    | 2         | 5       |
|                                        | zeer veel     | 1    | 1      |               | 2    | 8         | 12      |
|                                        |               | 11   | 7      | 8             | 4    | 12        | 42 = n* |

**Tabel 7** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de hobby.

**Hobby**

*positieve invloed CSP*

|                                        |               |      |        |               |      |           |         |
|----------------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| <i>negatieve invloed pseudarthrose</i> |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                        | geen          | 3    | 1      |               | 1    | 1         | 6       |
|                                        | gering        | 1    | 3      | 2             | 1    |           | 7       |
|                                        | tamelijk veel |      |        |               | 2    | 1         | 3       |
|                                        | veel          | 1    |        | 1             | 3    | 2         | 7       |
|                                        | zeer veel     | 1    | 2      | 1             | 1    | 12        | 17      |
|                                        |               | 6    | 6      | 4             | 8    | 16        | 40 = n* |

**Tabel 8** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op de vakantie.

**Vakantie**

*positieve invloed CSP*

|                                        |               |      |        |               |      |           |         |
|----------------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| <i>negatieve invloed pseudarthrose</i> |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                        | geen          | 3    |        | 1             |      | 2         | 6       |
|                                        | gering        |      | 1      | 1             |      | 2         | 4       |
|                                        | tamelijk veel | 1    |        | 2             | 2    | 2         | 7       |
|                                        | veel          | 1    |        | 1             | 3    | 2         | 7       |
|                                        | zeer veel     | 1    | 1      | 3             | 2    | 6         | 13      |
|                                        |               | 6    | 2      | 8             | 7    | 14        | 37 = n* |

**Tabel 9** Kruistabel waarin de negatieve invloed van de pseudarthrose (verticaal), is afgezet tegen de positieve invloed van de CSP (horizontaal) op het seksuele leven.

**Sexuele leven**

*positieve invloed CSP*

|                                        |               |      |        |               |      |           |         |
|----------------------------------------|---------------|------|--------|---------------|------|-----------|---------|
| <i>negatieve invloed pseudarthrose</i> |               | geen | gering | tamelijk veel | veel | zeer veel |         |
|                                        | geen          | 12   | 1      | 1             |      |           | 14      |
|                                        | gering        |      | 8      |               | 1    | 1         | 10      |
|                                        | tamelijk veel |      |        | 1             | 1    | 1         | 3       |
|                                        | veel          |      | 1      |               |      |           | 1       |
|                                        | zeer veel     | 2    | 2      |               |      | 2         | 6       |
|                                        |               | 14   | 12     | 2             | 2    | 4         | 34 = n* |

## BIJLAGE 5

# Lineaire regressieanalyse

De significante onafhankelijke variabelen met hun effect op de respectievelijk afhankelijke variabelen somscore, functie% en arthrose% in een lineair regressiemodel

*afhankelijke variabelen*

| onafhankelijke variabelen | somscore |      | functie% |      | arthrose% |      |
|---------------------------|----------|------|----------|------|-----------|------|
|                           | coëff    | SE   | coëff    | SE   | coëff     | SE   |
| Subtalaire gewricht       |          |      |          |      |           |      |
| Beperkt beweeglijk        | 1,31     | 0,78 | -13,5    | 5,5  | - 9,9     | 4,1  |
| Stijf                     | 5,11     | 1,23 | -51,0    | 8,6  | -23,2     | 6,5  |
| Valgus (in graden)        |          | NS   | -1,83    | 0,7  |           | NS   |
| Afstand (%)               | -0,07    | 0,04 | 0,55     | 0,25 |           | NS   |
| Constante                 | 2,80     |      | 77,1     |      | 92,6      |      |
| R <sup>2</sup>            |          | 0,38 |          | 0,60 |           | 0,30 |

R is de multipele correlatiecoëfficiënt.

R<sup>2</sup> geeft het deel van de variantie in de afhankelijke variabele aan, dat verklaard wordt door de onafhankelijke variabelen in het lineaire model.

NS = niet significant

SE = standaard fout

De lineaire regressie-analyse kan worden weergegeven met de volgende vergelijking:

$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \text{ruis}$ , waarin de  $\beta$ -coëfficiënten geschat moeten worden.

Voor de somscore (y) bijvoorbeeld levert dit de volgende vergelijking op:

$y = 2,80 + 1,31x_1 + 5,11x_2 - 0,07x_3 + 62\% \text{ restvariantie door ruis.}$

Vertaald naar klinische maatstaven wil dit zeggen dat bijvoorbeeld bij een beperkte beweeglijkheid van het subtalaire gewricht ( $x_1$ ) de somscore (y) gemiddeld 1,31 punt hoger ligt en bij een stijf gewricht ( $x_2$ ) de somscore gemiddeld 5,11 punten hoger ligt dan bij een normaal subtalaair gewricht. Het effect is uitgezuiverd voor de mogelijk versturende werking van de overige onafhankelijke variabelen in het model.

# Geraadpleegde literatuur

- Aegerter EE. The possible relationship of neurofibromatosis, congenital pseudarthrosis and fibrous dysplasia. *J Bone Joint Surg* 1950;32A:618-26
- Ahl T, Andersson G, Herberts P, Kalen R. Electrical treatment of non-united fractures. *Acta Orthop Scand* 1984;55:585-8
- Ahl T, Dalen N, Lundberg A, Selvik G. Mobility of the ankle mortise; a roentgen stereophotogrammetric analysis. *Acta Orthop Scand* 1987;58:401-2
- Albert M. Delayed union in fractures of the tibia and fibula. *J Bone Joint Surg* 1944; 26:566-78
- American Medical Association. Guides to the evaluation of permanent impairment. Third edition, 1988
- Anderson LD, Hutchins WC, Wright PE, Disney JM. Fractures of the tibia and fibula treated by casts and transfixing pins. *Clin Orthop* 1974;105:179-91
- Aronson J, Johnson E, Harp JH. Local bone transportation for treatment of intercalary defects by the Ilizarov technique; biomechanical and clinical considerations. *Clin Orthop* 1989;243:71-9
- Austin M. The Esmarch bandage and pulmonary embolism. *J Bone Joint Surg* 1963;45B: 384-5
- Backer M, Kofoed H. Passive ankle mobility; clinical measurement compared with radiography. *J Bone Joint Surg* 1989;71B:696-8
- Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;14:187-96
- Barnett CH, Napier JR. The axis of rotation at the ankle joint in man. Its influence upon the form of the talus and the mobility of the fibula. *J Anat* 1952;86:1-9
- Basset CAL, Mitchell SN, Gaston SR. Treatment of ununited tibial diaphyseal fractures with pulsing electromagnetic fields. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:511-23
- Behrens F, Searls K. External fixation of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1986; 68B:246-54
- Bezouglis C, Eliopoulos C. Die Behandlung von septischen Tibiapseudarthrosen durch Anlegung von Knochenspänen durch einen hinteren aeren Zugang. *Z Orthop* 1974; 112:1005-8
- Boer de HH. Vascularized fibular transfer. 1988. Dissertatie, Leiden
- Boevé J. De behandeling van de vertraagde consolidatie van fracturen en van de pseudarthrose volgens de methode van Phemister. 1956. Dissertatie, Rotterdam
- Bolin H. The fibula and its relationship to the tibia and talus in injuries of the ankle due to forced external rotation. *Acta Radiol* 1961; 56:439-48
- Bone LB, Johnson KD. Treatment of tibial fractures by reaming and intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A:877-87
- Bonsel GJ, Bot ML, Boterbloem A, Veer van't F. De kosten en effecten van harttransplantatie. Deelrapport 2c Kwaliteit van leven voor en na harttransplantatie - Resultaten. Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg. Erasmus Universiteit Rotterdam, 1988
- Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg* 1979; 61A:756-9

- Boyd HB, Lipinski SW, Wiley JH. Observations on non-union of the shafts of the long bones, with a statistical analysis of 842 patients. *J Bone Joint Surg* 1961;43A:159-168
- Boyd HB. Pathology and natural history of congenital pseudarthrosis of the tibia. *Clin Orthop* 1982; 166:5-13
- Brighton CT, Black J, FriedenberG ZB, Esterhai JL, Day LJ, Connolly JF. A multicenter study of the treatment of non-union with constant direct current. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:2-13
- Brighton CT. Symposium on electrically induced osteogenesis. Foreword. *Clin Orthop North Am* 1984; 15:2-3
- Brighton CT. The semi-invasive method of treating nonunion with direct current. *Clin Orthop North Am* 1984; 15:33-45
- Brink PRG, Molenaar WM. De chronische osteocutane fistel, geen onschuldige bezit. *Ned Tijdschr Geneesk* 1988; 132:1225-8
- Burrows HJ. Treatment of ununited fractures by bone grafting without resection of the bone ends. *Proc Roy Soc Med* 1940; 33:157-60
- Campanacci M, Zanoli S. Double tibiofibular synostosis (fibula pro tibia) for non-union and delayed union of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1966; 48A:44-56
- Christensen NO. Küntscher intramedullary reaming and nail fixation for non-union of fracture of the femur and the tibia. *J Bone Joint Surg* 1973; 55B:312-8
- Clancey GJ, Winquist RA, Hauser ST. Nonunion of the tibia treated with Küntscher intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1982; 167:191-96
- Close JR. Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg* 1956; 38A:761-81
- Connolly JF. Electrical treatment of nonunions: its use and abuse in 100 consecutive fractures. *Clin Orthop North Am* 1984;15:89-106
- Connolly JF. Common avoidable problems in nonunions. *Clin Orthop* 1985; 194:226-35
- Crossett LS, Beaty JH, Betz R, Warner W, Clancy M, Steel HH. Congenital pseudarthrosis of the tibia; long-term follow-up study. *Clin Orthop* 1989; 245:16-8
- Dehne E, Metz CW, Deffer PA, Hall RM. Nonoperative treatment of the fractured tibia by immediate weight bearing. *J Trauma* 1961; 1:514-35
- Ellis H. (a) The speed of healing after fracture of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg* 1958; 40B:42-6
- Ellis H. (b) Disabilities after tibial shaft fractures; with special reference to Volkmann's ischaemic contracture. *J Bone Joint Surg* 1958; 40B:190-7
- Enneking WF, Eady JL, Burchardt H. Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental skeletal defects. *J Bone Joint Surg* 1980; 62A:1039-58
- Enneking WF. A system for the functional evaluation of the surgical management of musculoskeletal tumors. In: *Limb Salvage in Musculoskeletal Oncology*. 2nd Bristol Myers/Zimmer Orthopedic Symposium, Orlando, Florida 1985 (Ed. Enneking WF). Churchill Livingstone, New York 1987:5-15
- Esterhai JL, Sennett B, Geib H, Heppenstall R, Brighton CT, Osterman A, La Rossa D, Gelman H, Goldstein G. Treatment of chronic osteomyelitis complicating nonunion and segmental defects of the tibia with open cancellous bone graft, posterolateral bone graft, and soft-tissue transfer. *J Trauma* 1990; 30:49-54
- Fischer LP, Carret JP, Gonon GP, Mourgues G de. Les pseudarthroses fistuleuses de jambe traitées par greffe intertibio-péronière. *Lyon Chir* 1976;72:324-7
- Flandry F, Sanders RA. Tibiofibular synostosis: An unusual cause of skin splint-like pain. *Am J Sports Med* 1987;15:280-4
- Forbes DB. Subcortical iliac bone grafts in fracture of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1961;43B:672-9



- Frankel VH, Nordin M, Snijders C.J. Biomechanica van het skeletstelsel; grondslagen en toepassingen. Uitgeversmaatschappij De Tijdstroom, Lochem-Gent, 1984
- Freeland AE, Mutz SB. Posterior bone grafting for infected ununited fracture of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1976; 58A:653-6
- Friedlaender GE. Current concepts review. Bone Grafts. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A:786-90
- Galpin RD, Veith RG, Hansen ST. Treatment of failures after plating of tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1986; 68A:1231-6
- Gamble JG. Case report; proximal tibiofibular synostosis. *J Ped Orthop* 1984; 4:243-5
- Gebhardt MC, Lord FC, Rosenberg AE, Mankin HJ. The treatment of adamantinoma of the tibia by wide resection and allograft bone transplantation. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A:1177-88
- Gershundi DH, Pinsky R. Bone grafting for nonunion of fractures of the tibia: a critical review. *J Trauma* 1982; 22:43-9
- Goergen TG, Danzig LA, Resnick D, Owen CA. Roentgenographic evaluation of the tibiotalar joint. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A:874-7
- Goodship AE, Kenwright J. The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1985; 67B:650-5
- Gordon L, Chia EJ. Treatment of infected non-unions and segmental defects of the tibia with staged microvascular muscle transplantation and bone-grafting. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:377-86
- Grath GB. Widening of the ankle mortise; a clinical and experimental study. *Acta Chir Scand* 1960; suppl 263
- Greene TL, Beatty ME. Soft tissue coverage for lower-extremity trauma: current practice and techniques. A review. *J Orthop Trauma* 1988; 2:158-73
- Grieco A, Long CJ. Investigation of the Karnofsky performance status as a measure of quality of life. *Health psychol* 1984; 3:129-42
- Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg* 1976; 58A:453-8
- Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984; 24:742-6
- Hagan KF, Buncke HJ. Treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia with free vascularized bone graft. *Clin Orthop* 1982; 166:34-44
- Harmon PH. A simplified surgical approach to the posterior tibia for bone-grafting and fibular transference. *J Bone Joint Surg* 1945; 27:496-8
- Harrington IJ, Barrington TW, Evans DC, Malcolm BW, Simmons EH. Delayed union and non union of the tibia: experience in a community teaching hospital. *Can J of Surg* 1987; 30:204-6
- Heiple KG, Herndon CH. The pathologic physiology of nonunion. *Clin Orthop* 1965; 43:11-21
- Heiple KG, Goldberg VM, Powel AE, Bos GD, Zika JM. Biology of cancellous bone grafts. *Clin Orthop North Am* 1987; 18:179-85
- Heppenstall RB, Brighton CT, Esterhai JL Jr, Muller G. Prognostic factors in nonunion of the tibia: an evaluation of 185 cases treated with constant direct current. *J Trauma* 1984; 24:790-5
- Hoaglund FT, States JD. Factors influencing the rate of healing in tibial shaft fractures. *Surg Gynecol Obstet* 1967; 124:71-6
- Huntington TW. Case of bone transference. Use of a segment of fibula to supply a defect in the tibia. *Annals of Surgery* 1905; 41:249-51
- Hutchinson TA, Boyd NF, Feinstein AR. Scientific problems in clinical scales, as demonstrated in the Karnofsky index of performance status. *J Chron Dis* 1979; 32:661-6
- Isman RE, Inman VT. Anthropometric studies of the human foot and ankle. *Bull Prosthet Res* 1969; 10-11:97-129

- Jarry L, Uthoff HK. Activation of osteogenesis by the "petal" technique, an experimental study. *J Bone Joint Surg* 1960; 42B:126-36
- Jayaswal A, Bhan S, Dave PK, Chandra P. Modified Phemister grafting in potentially infected non-union of tibial shaft fractures. *Int Surg* 1985; 70:67-70
- Jensen J St, Hansen FW, Johansen J. Tibial shaft fractures, a comparison of conservative treatment and internal fixation with conventional plates or AO compression plates. *Acta Orthop Scand* 1977; 48:204-12
- Jones KG, Barrett HC. Cancellous-bone grafting for non-union of the tibia through the posterolateral approach. *J Bone Joint Surg* 1955; 37A:1250-60
- Jonsson K, Fredin HO, Cederlund CG, Bauer M. Width of the normal ankle joint. *Acta Radiol Diagn* 1984; 25:147-9
- Jupiter JB, First K, Gallico III GG, May JW. The role of external fixation in the treatment of posttraumatic osteomyelitis. *J Orthop Trauma* 1988; 2:79-93
- Juttman JW, Bauer FLR, Slikke W van der. De conservatieve behandeling van onderbeenfracturen met vroege belasting. *Ned Tijdschr Geneesk* 1980; 124:1863-6
- Karlström G, Olerud S. Fractures of the tibial shaft. A critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop* 1974; 105:82-116
- Karnofsky DA, Abelmann WH, Craver LF, Burchenal JH. The use of nitrogen mustards in the palliative treatment of carcinoma. *Cancer* 1948; 643-54
- Karnofsky DA, Burchenal JH. The clinical evaluation of chemotherapeutic agents in cancer. In: *Evaluation of chemotherapeutic agents*. Mac Loeod CM (ed), New York, Columbia University Press 1949, pp 191-205
- Kärholm J, Hansson LI, Schik G. Mobility of the lateral malleolus; a roentgen stereophotogrammetric analysis. *Acta Orthop Scand* 1985; 56:479-83
- Kempf I, Grosse A, Rigaut P. The treatment of noninfected pseudarthrosis of the femur and tibia with locked intramedullary nailing. *Clin Orthop* 1986; 212:142-54
- Kennedy T, Premer RF, Lagaard S, Gustilo RB. Management of tibial fractures. Read at the annual orthopedic and trauma seminar of the Hennepin County Medical Center, Minneapolis, Minnesota, November 8-9, 1974
- Kenwright J, Goodship AE. Controlled mechanical stimulation in the treatment of tibial fractures. *Clin Orthop* 1989; 241:36-47
- Knopp W, Neumann K, Muhr G. Die offene Spongiosaplastik bei infizierten Unterschenkeldefectpseudarthrosen - ein noch gerechtfertigtes Behandlungsprinzip? *Unfallchirurg* 1988; 91:110-7
- Lamb RH. Posterolateral bone graft for nonunion of the tibia. *Clin Orthop* 1969; 64:114-20
- Lambert KL. The weight-bearing function of the fibula. A strain gauge study. *J Bone Joint Surg* 1971; 53A:507-13
- Langenskiöld A. Pseudarthrosis of the fibula and progressive valgus deformity of the ankle in children: treatment by fusion of the distal tibial and fibular metaphyses; review of three cases. *J Bone Joint Surg* 1967; 49A:463-70
- Lee EH, Goh JCH, Helm R, Pho RWH. Donor site morbidity following resection of the fibula. *J Bone Joint Surg* 1990; 72B:129-31
- Leeuwen van WM. Functional treatment of tibial fractures with a custom made brace. 1989. *Dissertatie, Rotterdam*
- Leeuwenberg A, van Dijk CN, Besselaar PP, Raaymakers ELFB, Marti RK. Behandeling van tibiachachtfracturen met plaatosteosynthese. *Ned Tijdschr Geneesk* 1989; 133:936-40
- Lidgren L, Önerfält R. Infected non-union of the tibial shaft treated by Küntscher intramedullary reaming and nail fixation. *Acta Orthop Scand* 1982; 53:669-74
- Linden van der W, Larsson K. Plate fixation versus conservative treatment of tibial shaft fractures; a randomized trial. *J Bone Joint Surg* 1979; 61A:873-8

- Lindsjö U, Danckwardt-Lillieström G, Sahlstedt B. Measurement of the motion range in the loaded ankle. *Clin Orthop* 1985; 199:68-71
- Lottes JO. Medullary nailing of the tibia with the triflange nail. *Clin Orthop* 1974; 105:253-66
- Lundberg A. Kinematics of the ankle and foot; in vivo roentgen stereophotogrammetry. *Acta Orthop Scand* 1989; 60: suppl 223
- Magis F. Behandeling van onderbeenfracturen met de fixateur externe van Hoffmann. 1975. Dissertatie, Rotterdam
- Marmor L. The treatment of infected non-union of the tibia. *J Trauma* 1964; 4:301-8
- Marmor L. How to treat the infected ununited fracture of the tibia. *Am J Surg* 1967; 113: 475-8
- Maurer RC, Dillin L. Multistaged surgical management of posttraumatic tibial bone loss. *Clin Orthop* 1987;216:162-70
- McGraw JM, Lim EVA. Treatment of open tibial shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:900-1
- McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg* 1978; 60B:150-162
- McMahon AJ, Wilson NIL, Hamblen DL. Compression-fixation of long bone fractures: problems and pitfalls revisited. *Injury* 1989; 20:84-6
- McMaster M. Disability of the hindfoot after fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg* 1976; 58B:90-3
- McMaster JH, Scranton PE. Tibiofibular synostosis; a cause of ankle disability. *Clin Orthop* 1975; 111:172-4
- McMaster PE, Hohl M. Tibiofibular cross-peg grafting. *J Bone Joint Surg* 1965; 47A:1146-58
- McMaster PE, Hohl M. Tibiofibular cross-peg grafting. *J Bone Joint Surg* 1975; 57A:720-1
- McVay CB. Anson & McVay Surgical Anatomy. W.B. Saunders Company. Sixth edition, 1984
- Meer van der J. Moeilijke keuzen aan het ziekbed; reken niet op de beslis-kunde. *Ned Tijdschr Geneesk* 1988; 132:336-7
- Merchant TC, Dietz FR. Long-term follow-up after fractures of the tibial and fibular shafts. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:599-606
- Merle D' Aubigné R. Surgical treatment of non-union of long bones. *J Bone Joint Surg* 1949; 31A:256-66
- Merriam WF, Porter KM. Hindfoot disability after a tibial shaft fracture treated by internal fixation. *J Bone Joint Surg* 1983; 65B:326-8
- Meyer S, Weiland AJ, Willenegger H. The treatment of infected non-union of fractures of long bones; study of sixty-four cases with a five to twenty-one-year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1975; 57A:836-42
- Milch H. Synostosis operation for persistent non-union of the tibia; a case report. *J Bone Joint Surg* 1939; 21:409-13
- Milch H. Tibiofibular synostosis for non-union of the tibia. *Surgery* 1950;5:770-9
- Miller ME, Ada JR, Webb LX. Treatment of infected nonunion and delayed union of tibia fractures with locking intramedullary nails. *Clin Orthop* 1989; 245:233-8
- Moon NF, Mori H. Adamantinoma of the appendicular skeleton updated. *Clin Orthop* 1986; 204:215-37
- Morrissy RT, Riseborough EJ, Hall JE. Congenital pseudarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1981; 63B:367-75
- Morrissy RT. Congenital pseudarthrosis of the tibia; factors that effect results. *Clin Orthop* 1982; 166:21-7
- Müller ME, Thomas RJ. Treatment of non-union in fractures of long bones. *Clin Orthop* 1979; 138:141-53

- Murray HH, Lovell WW. Congenital pseudarthrosis of the tibia; a long term follow-up study. *Clin Orthop* 1982; 166:14-20
- Murray MP, Drought AB, Kory RC. Walking patterns of normal men. *J Bone Joint Surg* 1964; 46A:335-60
- Nes van CP. Congenital pseudarthrosis of the leg. *J Bone Joint Surg* 1966; 48A:1467-83
- Nicoll EA. Fractures of the tibial shaft. A survey of 705 cases. *J Bone Joint Surg* 1964; 46B:373-88
- Nicoll EA. Closed and open management of tibial fractures. *Clin Orthop* 1974; 105:144-53
- Nusbickel FR, Dell PC, McAndrew MP, Moore MM. Vascularized autografts for reconstruction of skeletal defects following lower extremity trauma. *Clin Orthop* 1989; 243:65-70
- Ogden JA. Subluxation and dislocation of the proximal tibiofibular joint. *J Bone Joint Surg* 1974; 56A:145-54
- Oni OOA, Hui A, Gregg PJ. The healing of closed tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B:787-90
- Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop* 1989; 241:146-65
- Panjabi MM, White AA, Wolf JW. A biomechanical comparison of the effects of constant and cyclic compression on fracture healing in rabbit long bones. *Acta Orthop Scand* 1979; 50:653-61
- Paterson D. Congenital pseudarthrosis of the tibia; an overview. *Clin Orthop* 1989; 247:44-54
- Phemister DB. Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or tie fixation and without breaking down of the fibrous union. *J Bone Joint Surg* 1947; 29:946-60
- Pollard BJ, Lovelock HA, Jones RM. Fatal pulmonary embolism secondary to limb exsanguination. *Anesthesiology* 1983; 58:373-4
- Puno RM, Teynor JT, Nagano J, Gustilo RB. Critical analysis of results of treatment of 201 tibial shaft fractures. *Clin Orthop* 1986; 212:113-21
- Rahm H. Die tibio-fibulare Synostose. *Zeitschrift Orthop Chir* 1924; 43:64-9
- Reckling FW, Waters CH. Treatment of non-unions of fractures of the tibial diaphysis by posterolateral cortical cancellous bone-grafting. *J Bone Joint Surg* 1980; 62A:936-941
- Rehn J, Lies A. Die Pathogenese der Pseudarthrose, ihre Diagnostik und Therapie. *Unfallheilkunde* 1981; 84:1-13
- Rhineland FW. Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop* 1974; 105:34-81
- Roas A, Andersson GBJ. Normal range of motion of the hip, knee and ankle in male subjects, 30-40 years of age. *Acta Orthop Scand* 1982; 53:205-8
- Rosen H. Compression treatment of long bone pseudarthroses. *Clin Orthop* 1979; 138:154-66
- Rosenthal RE, MacPhail JA, Ortiz JE. Non-union in open tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A:244-8
- Sakellarides HT, Freeman PA, Grant BD. Delayed union and non-union of tibial-shaft fractures; a review of 100 cases. *J Bone Joint Surg* 1964; 46A:557-69
- Sammarco GJ, Burstein AH, Frankel VH. Biomechanics of the ankle: a kinematic study. *Clin Orthop North Am* 1973; 4:75-96
- Sarmiento A, Schaeffer JF, Beckerman L, Latta LL, Enis JE. Fracture healing in rat femora as affected by functional weight-bearing. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A:369-75
- Sarmiento A, Gersten LM, Sobol PA, Shankwiler JA, Vangsnest CT. Tibial shaft fractures treated with function braces; experience with 780 fractures. *J Bone Joint Surg* 1989; 71B:602-9
- Scharf W, Orthner E, Weinstabl R, Hertz H. Über die Behandlung infizierter Unterschenkelfrakturen und Pseudarthrosen mittels Fixateur externe. *Akt Traumatol* 1984; 14:243-7
- Scranton PE, McMaster JH, Kelly E. Dynamic fibular function. A new concept. *Clin Orthop* 1976; 118:76-81

- Seiler H. Biomechanik des oberen Sprunggelenkes. *Orthopäde* 1986; 15:415-22
- Sharrard WJW. A double-blind trial of pulsed electromagnetic fields for delayed union of tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1990; 72B:347-55
- Simon JP, Hoogmartens M. The value of posterolateral bone-grafting for non-union of the tibia. *Acta Orthop Belg* 1984; 50:557-64
- Skellej JW, Hardy AE. Results of bone grafts in the treatment of tibial fractures. *Clin Orthop* 1981; 158:108-10
- Sledge SL, Johnson KD, Henley MB, Watson JT. Intramedullary nailing with reaming to treat non-union of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1989; 71A:1004-19
- Sørensen KH. Treatment of delayed union and non-union of the tibia by fibular resection. *Acta Orthop Scand* 1969; 40:92-104
- Souter WA. Autogenous cancellous strip grafts in the treatment of delayed union of long bone fractures. *J Bone Joint Surg* 1969; 51B:63-75
- Stauffer RN, Chao EYS, Brewster RC. Force and motion analysis of the normal, diseased and prosthetic ankle joint. *Clin Orthop* 1977; 127:189-96
- Sutcliffe ML, Goldberg AAJ. The treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia with pulsing electromagnetic fields. *Clin Orthop* 1982; 166:45-57
- Swierstra BA. Tromboembolische complicaties na totale heuparthroplastiek. 1986. Dissertatie, Rotterdam
- Taylor GJ, Allum RL. Ankle motion after external fixation of tibial fractures. *J of Royal Soc Med* 1988; 81:19-21
- Törne von O. Beitrag zu tibiofibularen Synostosen. *Z Orthop* 1977; 115:372-5
- Trueta J, Barnes JM. The rationale of complete immobilisation in treatment of infected wounds. *Br Med J* 1940; 2:46-8
- Umber JS, Mors SW, Coleman SS. Surgical treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. *Clin Orthop* 1982; 166:28-33
- Urist MR, Mazet R, McLean FC. The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union. *J Bone Joint Surg* 1954; 36A:931-68
- Valenti JR, Arenas A, Barredo R, Imizcoz JL, Canadell JM. Treatment of infected tibial pseudarthrosis by external fixation with the Wagnerdevice. *Arch Orthop Trauma Surg* 1984; 102:256-9
- Verbeek O, Kingma MJ. Reconstructive surgery of the long bones with autogenous and homogenous grafts. H.E. Stenfert Kroese N.V., Leiden. 1973
- Vermeer JP. Fracturenstatistiek 1978 t/m 1981. Gemeenschappelijk Administratiekantoor, Amsterdam, 1985
- Vidal J, Buscayret CH, Finzi M, Melka J. Les greffes inter-tibio-péronières dans le traitement des retards de consolidation jambiers; a propos de 47 cas. *Revue de Chir Orthop* 1982; 68:123-32
- Wagner JH. Anterolateral approach in bone grafting for ununited fractures of the tibia. *Am J Surg* 1947; 73:282-99
- Weber BG, Cech O. Pseudarthrosen: Pathophysiologie, Biomechanik, Therapie, Ergebnisse. Bern, Hans Huber, 1973
- Weiland AJ. Current concepts review: Vascularized free bone transplants. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:166-9
- Weiland AJ, Weiss APC, Moore JR, Tolo VT. Vascularized fibular grafts in the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:654-62
- Weinberg H, Roth VG, Robin GC, Floman Y. Early fibular bypass procedures (tibiofibular synostosis) for massive bone loss in war injuries. *J Trauma* 1979; 19:177-81
- Weinert CR, McMaster JH, Ferguson RJ. Dynamic function of the human fibula. *Am J Anat* 1973; 138:145-9

- Weseley MS, Koval R, Kleiger B. Roentgen measurement of ankle flexion-extension motion. Clin Orthop 1969; 65:167-74
- Whiteside LA, Reynolds FC, Ellsasser JC. Tibiofibular synostosis and recurrent ankle sprains in high performance athletes. Am J Sports Med 1978; 6:204-8
- Witschi TH, Omer GE. The treatment of open tibial shaft fractures from Vietnam war. J Trauma 1970; 10:105-11
- Wong K, Weiner DS. Proximal tibiofibular synostosis. Clin Orthop 1978; 135:45-7

# Nawoord

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid een woord van dank te richten tot allen die hieraan een bijdrage hebben geleverd. Prof.dr. B. van Linge leidde mij op tot orthopaedisch chirurg. Zijn visie op de mogelijkheden en beperkingen van dit specialisme hebben die van ondergetekende in belangrijke mate gevormd. Ik heb het als voorrecht ervaren om mij in één van zijn speciale interessegebieden – de pseudarthrose van het onderbeen – te kunnen verdiepen en om deze studie naar eigen inzicht tot een proefschrift te bewerken.

Prof.dr.ir. C.J. Snijders ben ik erkentelijk voor zijn bereidheid mede-promotor te zijn en voor zijn stimulerende rol in het enkelonderzoek.

Prof.dr. H.E. Schütte en Prof.dr. F.F.H. Rutten waren bereid zitting te nemen in de promotiecommissie. Met name Prof. Schütte dank ik voor de kritische wijze waarop hij het manuscript van commentaar heeft voorzien. Dankzij zijn suggesties heeft de definitieve versie aan kwaliteit gewonnen.

Dr. A.Z. Ginai-Karamat leerde mij het verschil tussen het beoordelen en het beschrijven van een röntgenfoto. Dat zij daarvoor steeds aandacht en tijd beschikbaar stelde waardeer ik zeer.

Met Drs. G.J. Bonsel, medewerker van het Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg van de Erasmus Universiteit Rotterdam, kwam ik bij toeval in contact. Voor zijn vele nuttige suggesties en kritische noten ben ik hem buitengewoon erkentelijk.

Drs. P. Mulder voerde met zorg de statistische bewerkingen uit.

De heer J.F. van den Berg vervaardigde de statieftafel.

Medewerkers van de röntgenafdeling dank ik voor hun hulp bij het vervaardigen van de enkelfoto's.

Mevrouw Trudie Kool was mijn grote secretariële steun en steeds kon ik een beroep op haar doen op momenten dat mijn bedrevenheid met de tekstverwerker tekort schoot.

Veel medewerkers van het Audiovisueel Centrum van de Erasmus Universiteit Rotterdam hebben aan figuren en foto's hun bijdrage geleverd.

Mijn naaste collegae ben ik erkentelijk voor het overnemen van een aantal klinische werkzaamheden tijdens de afronding van deze studie.

Dankbaar ben ik mijn ouders voor alles wat zij voor mij hebben gedaan en voor hun warme belangstelling voor mijn gezin. Beiden corrigeerden, evenals mijn broer Wopke, het manuscript op taalgebruik.

Mijn echtgenote Batrijs heeft aan dit proefschrift een belangrijke bijdrage geleverd door als klankbord en eerste kritische lezer te fungeren. Ik dank haar voor de vanzelfsprekendheid waarmee zij dit heeft gedaan en hoop dat het resultaat van dit werk mede op haar en op onze kinderen zal afstralen.

Willard Rijnberg

# Curriculum vitae

- 25 september 1956 Geboren te Hilversum
- 1968-1975 Atheneum-B, Het Nieuwe Lyceum te Hilversum
- 1975-1976 Studie farmacie, Rijksuniversiteit te Leiden
- 1976-1983 Studie geneeskunde, Rijksuniversiteit te Leiden
- Augustus 1983 Artsexamen (cum laude)
- November 1983 - november 1985 B-opleiding algemene heelkunde  
Havenziekenhuis te Rotterdam  
Opleider: H.W. Prillewitz, chirurg
- November 1985 - november 1989 Opleiding orthopaedie  
Academisch Ziekenhuis Rotterdam - Dijkzigt  
Opleider: Prof. dr. B. van Linge
- Stages: – Reuma-chirurgie (9 maanden)  
Dr. Daniël den Hoed Kliniek te Rotterdam  
– Kinderorthopaedie (10 maanden)  
Sophia Kinderziekenhuis te Rotterdam  
– Algemene orthopaedie (6 maanden)  
Ziekenhuis Leyenburg te 's-Gravenhage  
Opleider: Dr. P.J. Moll
- November 1989 Inschrijving in het specialistenregister  
als orthopaedisch chirurg
- Januari 1991 - januari 1992 Princess Margaret Rose Orthopaedic Hospital  
Edinburg, Schotland
- De auteur is gehuwd en heeft 3 kinderen