

# Fracturengenezing van het aangezicht

## Algemene principes

J.E. Bergsma  
R.R.M. Bos

**Samenvatting.** Het voornaamste uitgangspunt voor het verkrijgen van optimale genezing van een fractuur in het maxillofaciale gebied is een goede anatomische repositie en stabiele fixatie. De botgenezing verloopt dan primair, hetgeen na enkele weken tot maximaal twee maanden in een stabiele en normaal belastbare situatie resulteert. De volgende fasen kunnen hierbij worden onderscheiden: acute ontsteking (cellulair en vasculair), stabilisatie (vorming van nieuw bot) en remodeling (reorganisatie en adaptatie). Naast een goede fixatie zijn ook lokale factoren, leeftijd en het type beschadiging op de snelheid van genezing van invloed. Indien geen goede anatomische repositie wordt verkregen of de stabilisatie van de fractuur onvoldoende is, verloopt de botgenezing secundair. De genezing verloopt dan via dezelfde fasen maar de stabilisatie vindt plaats door de vorming van callus waardoor het helingsproces langer duurt. Het proces van primaire en secundaire botgenezing wordt uitgebreid besproken.

BERGSMA JE, BOS RRM. Fracturengenezing van het aangezicht. Algemene principes. Ned Tijdschr Tandheelkd 1997; 104: 425-7.

Uit de afdeling voor Mondziekten,  
Kaakchirurgie en Bijzondere  
Tandheelkunde van het Academisch  
Ziekenhuis Groningen.

Trefwoorden: Maxillofaciaal trauma –  
Fracturengenezing

Datum van acceptatie: 12 augustus 1997.

Adres: Dr.J.E. Bergsma,  
AZ Groningen,  
postbus 30.001,  
9700 RB Groningen.

### 1 Inleiding

Onder een fractuur wordt iedere beschadiging van een bot verstaan, waarbij de normale continuïteit en anatomie is verstoord. Een fractuur wordt veroorzaakt door een mechanisch trauma waarbij de krachten op een botstuk groter zijn dan de buigsterkte van dat botstuk. Voorts moet men zich realiseren dat het trauma dat heeft geleid tot de fractuur, niet alleen dat botstuk heeft beschadigd, maar veelal ook de omliggende structuren. Derhalve speelt ook de mate van beschadiging van deze 'zachte' weefsels een rol bij de fracturengenezing. Deze rol wordt duidelijk als we het volgende voorbeeld beschouwen: de paramediane mandibulafractuur met verschuiving (dislocatie) door een trauma op de kinpunt. De mandibula heeft een buccale en linguale cortex. Door de inwerkende kracht zijn beide corticale platen gefractureerd en gedilocceerd. De cortex is zowel buccaal als linguaal omgeven door periost (beenvlies) en weke delen waarin vaat- en zenuwweefsel is gelegen. Door de dislocatie van de fractuurdelen beschadigt dit vaat- en zenuwweefsel met als gevolg bloeding (hematoomvorming) en pijn. Het klinisch beeld wordt dus gekenmerkt door functieverlies als een direct gevolg van de fractuur, zwelling door de hematoomvorming en pijn door zenuwbeschadiging. Nadat hemostase is verkregen en de fractuur adequaat is gereponeerd en gefixeerd, kan de fracturengenezing primair verlopen. Indien de repositie en/of fixatie onvoldoende zijn, verloopt de fracturengenezing secundair waarbij de vorming van callus op de voorgrond staat.

In de volgende paragrafen zullen de drie verschillende stadia van de fracturengenezing, namelijk (1) ontstekingsreactie en necrose, (2) aanmaak van nieuw bot ter stabilisatie van de botstukken en (3) modellering door functionele adaptatie, worden beschreven. De gestoorde botgenezing die uitmondt in pseudoarthrosis (fibreuze genezing) of osteomyelitis valt buiten het bestek van deze bijdrage.

### 2 Het ontstekingsproces en necrose

Zowel primaire als secundaire botgenezing begint met een ontstekingsreactie en necrose.<sup>1,2</sup> Direct na inwerking van een trauma ontstaat een lokale, niet-bacterieel gemedieerde ontstekingsreactie van de goed doorbloede gebieden in de weke delen. Deze reactie is het gevolg van beschadiging van de vaat-

wanden (hyperemie, vasodilatatie) en resulteert in de vorming van oedeem en het uittreden van ontstekingsmediatoren.<sup>1-3</sup> Deze mediators leiden tot roodheid, warmte en pijn. Alle klassieke ontstekingsverschijnselen (rubor, dolor, calor, tumor en functio laesa) kunnen dus bij een fractuur worden waargenomen. In het corticale bot in de directe omgeving van de fractuur is de doorbloeding, die normaal via het periost en de Haversse kanalen verloopt, sterk verminderd. Dit resulteert in het afsterven van botcellen (osteocyten) en het necrotiseren van corticaal bot aan beide kanten van de fractuur. Ook het periost en het beenmerg in de directe omgeving van de fractuur sterven af door de verminderde doorbloeding. De mate van necrose en de omvang van het botoppervlak dat uiteindelijk verloren gaat, zijn afhankelijk van de initiële vascularisatie, de ernst van het trauma, de bereikte repositie en de stabiliteit van de fixatie. Na deze necrotische fase start de fracturengenezing door revascularisatie vanuit de weke delen en het nog resterende vitale periost, en de instroom en de proliferatie van vooral mesenchymale cellen uit deze weefsels.<sup>4,5</sup> De instroom van mesenchymale cellen vanuit de omliggende weefsels is van groot belang, omdat deze cellen de potentie hebben zich tot een aantal verschillende typen cellen te differentiëren: fibroblast, chondrocyt, spiercel of osteoblast. Dit proces is afhankelijk van het effect van lokale weefselfactoren, zoals de mate van doorbloeding en de tijdens de ontstekingsfase vrijkomende groeifactoren.

### 3 Primaire botgenezing

Bij fracturen in het maxillofaciale gebied kan over het algemeen een goede repositie en fixatie worden bereikt.<sup>6-8</sup> In de ideale situatie wordt een volledige aansluiting van de botfragmenten verkregen. Enkele dagen daarna start de primaire genezing doordat vanuit het nog vitale periost en endost nieuwe bloedvaten, osteoclasten en jonge osteoblastische cellen de fractuurpleet ingroeien. Osteoclasten ruimen necrotisch bot op en vergroten de Haversse kanalen. Osteoblasten vormen juist nieuwe Haversse kanalen, hetgeen afzetting van bot (botappositie) aan beide zijden van de fractuurstompen tot gevolg heeft (afb. 1). Dit resulteert in een snel herstel van de continuïteit.<sup>1,2</sup> Het gevormde bot is compact, dat wil zeggen dat het bestaat uit cilinders met centraal een Havers kanaal met daarin een bloedvat. Circulair rond dit kanaal liggen bot-



Afb.1. Microscopische opname van een goed gereponeerde fractuur na 1 week. De genezing verloopt primair met directe ingroei van bot. De fractuurlijn is met pijltjes aangegeven (HE-kleuring; 24x).



Afb.2. Opname met polariserend licht van compact bot met osteonen 6 weken na fractuur. Centraal binnen een osteon bevindt zich het Haversse kanaal (pijl)(HE-kleuring; 32x).

lamellen met daarin niet-actieve osteoblasten, de zogenaamde osteocyten. Deze botcilinders met Haversse kanalen en osteocyten vormen een osteon (afb. 2). De vorming van de uit compact bot bestaande osteonen verloopt snel: in zes tot acht weken is een volledig continuïteitsherstel bereikt. Daarna vindt verdere maturatie en calcificatie plaats. Na drie tot zes maanden is het genezingsproces voltooid. De uiteindelijke vorm en dikte van de cortex worden, net als voor de fractuur, bepaald door de functionele belasting, dat wil zeggen door de mate en de richting van de krachten die op het botstuk inwerken. Deze remodeling vindt plaats door het samenspel van botappositie door osteoblasten en botafbraak door osteoclasten.<sup>2</sup> De precieze aansturing van het remodelingsproces is niet bekend. Remodeling resulteert in een optimale botstructuur voor het dragen en het verdelen van de krachten over een botstuk.

Vaak is de situatie na repositie minder ideaal, dat wil zeggen een volledige aansluiting van de botfragmenten wordt niet verkregen. In deze gevallen zal wel primaire heling optreden, maar verloopt het genezingsproces gecompliceerder. Vanuit de botranden zal in dit geval immatuur bot (geen osteonen) worden gevormd totdat beide stompjes met elkaar zijn vergroeid. Immatuur bot bestaat uit willekeurig gerangschikte collageenbundels waarop calciumapatiet-complexen neerslaan. Histologisch ziet dit bot er veel chaotischer uit dan de circulair gerangschikte osteonen (afb. 3). De mechanische sterkte van immatuur bot is minder dan van compact bot, terwijl er op het röntgenbeeld geen verschil waarneembaar is. Dit kan leiden tot te vroege belasting en opnieuw fractureren van botfragmenten. Het immature bot wordt in een periode van twee tot zes maanden vervangen door compact bot waarna de mechanische eigenschappen pas de oude waarden bereiken.

#### 4 Secundaire botgenezing

Bij aangezichtsfracturen kan in algemeen een goede repositie en vooral een goede fixatie worden verkregen. Bovendien worden de meeste aangezichtsfracturen, behalve die van de mandibula, nauwelijks belast door dislocerende spierkrachten. Secundaire genezing komt derhalve niet vaak voor. Het verschil tussen primaire en secundaire genezing van een fractuur behelst vooral de stabilisatiefase. Als de botfragmenten niet goed gefixeerd zijn, is een voortdurende microbeweging mogelijk, hetgeen de primaire botaanmaak en de stabilisatie verhindert. Bij secundaire genezing wordt de stabilisatiefase gekenmerkt door een sterke proliferatie van mesenchymale

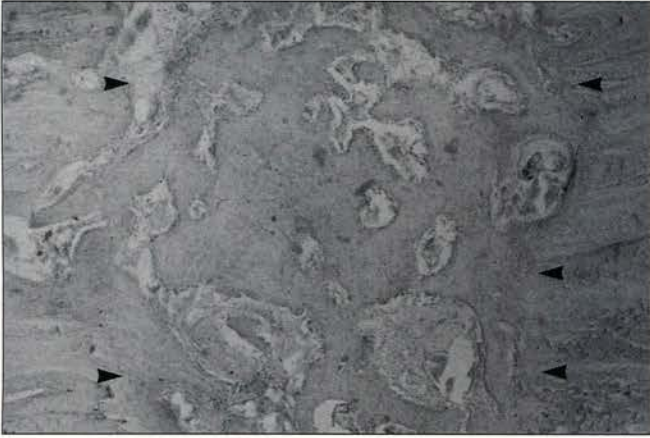
cellen in het periost en het endost op enige afstand van de fractuurlijn. Deze proliferatie zorgt voor de vorming van bindweefsel, kraakbeen en/of bot.<sup>14</sup> Dit wordt voornamelijk aan de buitenzijde van het botfragment afgezet in plaats van tussen de fragmenten in (afb. 4). Dit weefsel (callus) vormt als het ware een manchet om de fractuur. Of bindweefsel, kraakbeen of bot wordt gevormd, hangt af van de mate van vascularisatie. Bij een slechte doorbloeding wordt voornamelijk bindweefsel en kraakbeen gevormd. De vorming van callus zorgt ervoor dat de continuïteit van het botstuk snel wordt hersteld. De belastbaarheid en de rigiditeit zijn beduidend minder dan in geval van primaire genezing. De externe callus wordt over het algemeen na ongeveer vier tot vijf maanden geresorbeerd. Daarna begint de laatste fase van het botherstel, de remodeling, zoals ook bij de primaire genezing wordt gezien. De callus wordt dus geleidelijk aan vervangen door nieuw gevormd trabeculair bot, dat ook de cortex van de botfragmenten met elkaar herenigt. In een later stadium zal het trabeculaire bot worden geresorbeerd en worden vervangen door het oorspronkelijke compacte bot.

#### 5 Complicaties

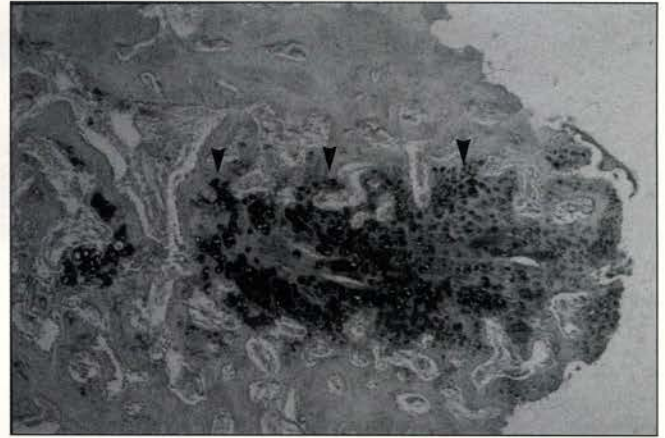
In het algemeen genezen fracturen in het maxillofaciale gebied in korte tijd zonder complicaties vanwege de relatief goede doorbloeding van het fractuurgebied, de mogelijkheid tot het aanbrengen van een stabiele fixatie en de relatief lage mechanische belasting.<sup>6-8</sup> Een aantal factoren kan het genezingsproces echter negatief beïnvloeden, namelijk de aard van de beschadiging zelf, weefselafhankelijke factoren, de leeftijd van de patiënt en systeemziekten. Ondanks het feit dat deze factoren geen grote rol spelen bij maxillofaciale fracturen is voor een juist begrip van fractuurgenezing een korte uitleg op zijn plaats. Bij behandeling van fracturen zullen deze factoren evenwel niet op de voorgrond staan, maar er dient wel degelijk rekening mee te worden gehouden om complicaties te voorkomen:

*Type beschadiging:* hierbij is de mate van beschadiging van zowel het bot als de overliggende structuren (periost, mucosa) van belang. Een dentaal trauma, waarbij naast een fractuur van de processus alveolaris ook de gingiva en het periost zijn beschadigd, heeft een slechtere prognose dan een fractuur zonder wezenlijke beschadiging van deze structuren; dit is gerelateerd aan de mate van vermindering van de doorbloeding in het aangedane gebied;

*Weefselafhankelijke factoren:* belangrijke factoren zijn oste-



Afb. 3. Opname van de zelfde fractuur als bij afbeelding 1 (na 1 week) waarbij geen volledige aansluiting van de botfragmenten is verkregen; de genezing verloopt wel primair echter met vorming van trabeculair bot (HE-kleuring; 24x).



Afb.4. Voorbeeld van secundaire botgenezing met de vorming van callus bestaande uit kraakbeen (pijltjes) en trabeculair bot (HE-kleuring; 24x).

oporose, pathologisch veranderd bot (osteomalacie) en hypovasculair bot (o.a. bot na bestraling).

*Leeftijd:* met toenemende leeftijd daalt de genezingsnelheid van een botfractuur. Een ongecompliceerde mandibulafractuur kan bij een driejarig kind in een maand zijn genezen, bij een 70-jarige is een termijn van vijf maanden of meer eerder regel dan uitzondering;

*Systeemziekten:* onder andere diabetes mellitus. Vooral bij een niet goed gereguleerde diabetes-patiënt wordt het genezingsproces vertraagd, vooral door een verminderde of gestoorde vascularisatie. Ook bij ernstige atherosclerose kunnen complicaties worden gezien. Daarnaast is een diabetes-patiënt gevoeliger voor infecties door een te hoge suikerspiegel.

De hierboven genoemde factoren kunnen zowel op zichzelf staand als gecombineerd optreden. Een voorbeeld hiervan is een wat oudere patiënt met osteoporose en een ouderdomsdiabetes, waardoor de bloedvoorziening, de celdeling en daardoor de genezing in het algemeen zijn vertraagd.

## 6 Conclusie

Bij maxillofaciale fracturen kan, doordat het vrijwel altijd mogelijk is een goede repositie en fixatie te verkrijgen, gewoonlijk een vorm van primaire genezing worden nagestreefd. Meestal is sprake van een zogenaamde gemengde primaire genezing, dat wil zeggen er zijn gebieden waarbij de botfragmenten direct contact hebben zodat er compact bot zal worden afgezet met daarnaast gebieden waarbij een kleine ruimte tussen de botfragmenten overblijft. In deze gebieden

wordt die ruimte opgevuld door appositie van immatuur bot waarbij pas in een latere fase van remodeling de uiteindelijke compacte structuur wordt verkregen. Welke vorm van primaire botgenezing ook daadwerkelijk optreedt, uiteindelijk resulteert meestal een restloos herstel mits de fixatie stabiel is. Is de stabiliteit van de fixatie onvoldoende of zijn complicerende factoren aanwezig, dan verloopt het genezingsproces langzamer of is er sprake van secundaire botgenezing. Concluderend kan worden gesteld dat een adequate repositie en fixatie en een goede revascularisatie de belangrijkste componenten zijn voor het optreden van een goede fractuurgenezing.

## Literatuur

- 1 Ham AW, Cormack DH. Bone and Bones. In: Histology. Plymouth: Lippincott Company, 1979.
- 2 Schenk RK. Histophysiology of bone remodelling and bone repair. Perspectives on Biomaterials. In: Lin OCC, Chao EYS. Perspectives on biomaterials. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V, 1986.
- 3 Klok PAA. Fracturen. In: Chirurgie. Houten/Diegem: Bohn Scheltema Holkema, 1987.
- 4 Seritt S. Bone repair and fracture healing in man. In: Current problems in orthopaedics. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1980.
- 5 Rockwood jr CA, Green DP, Buchholz RW. Healing of the musculoskeletal tissues. In: Fractures in adults. Plymouth: Lippincott company, 1991.
- 6 Fonseca RJ, Welker RV. Oral and maxillofacial trauma. Philadelphia: WB Saunders Company, 1991.
- 7 Williams JLI, red. Rowe and William's Maxillofacial injuries. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994.
- 8 Tucker MR, Terry BC, White jr. RP, Sickels JE van. Plymouth: JB Lippincott Company, 1991.

## Summary

### PRINCIPLES OF FRACTURE HEALING OF THE FACE

Key words: Maxillofacial trauma – Fracture healing

To obtain good and uncomplicated primary fracture healing, anatomical repositioning, direct bone apposition and stable fixation are mandatory. The course of primary fracture healing starts with acute inflammation (cellular and vascular), stabilization (formation of new bone), and remodeling. Besides good fixation, local factors such as age and type of fracture will influence the healing. If good reposition, apposition or adequate stabilization of the bony fragments are not achieved, the bone healing will be secondary. In secondary healing fracture repair and stabilization occurs through the formation of callus.