

---

# Ætiologi og prædiktorer for helingskomplikationer i den permanente dentition efter trandtraume

JENS O. ANDREASEN, TERESE R. VINDING OG  
SØREN S. AHRENSBURG

Traumatiske tandskader repræsenterer et multifacetteret problem med hensyn til diagnose, akut behandling og opfølgning heraf. Nogle typer tandskader udgør ingen eller en meget begrænset risiko for tandens pulpa og parodontium (fx emaljefrakture og emaljefrakture), mens andre skader såsom intrusioner og replantation af udslåede tænder repræsenterer en særdeles stor risiko for udvikling af komplikationer som pulpanekrose, rodresorption og tab af marginalt støttevæv, der ofte medfører præmaturo tandtab. Gennem årene har en serie af kliniske og eksperimentelle studier vist, at disse helingskomplikationer til en vis grad kan forudses. Denne artikel vil således redegøre for ætiologi, patogenese og prædiktorer for de nævnte helingskomplikationer. Identifikationen af disse helingsprædiktorer er nu så omfattende, at det giver mulighed for, at man kan udarbejde en individuel *traumekomplikationsprofil*, når blot visse oplysninger om traumepatienten (alder, rodudvikling) samt skadetype kendes. Information fra en sådan traumekomplikationsprofil kan få stor betydning for tilrettelæggelsen af hele behandlingsforløbet for en given traumepatient.

## Pulpaheling og pulpanekrose

### Patogenese

Det er grundlæggende to forskellige hændelsesforløb, der kan føre til pulpanekrose efter et tandtraume. Det første scenarie er en koronal eller apikal invasion af bakterier gennem dentinkanalerne til pulpa eller direkte via blottet pulpavæv i tilfælde af en kompliceret kronefraktur<sup>1</sup>. Det andet scenarie er en overrivelse af den neurovaskulære forsyning ved det apikale foramen med efterfølgende bakteriel infektion i den iskæmiske pulpa, hvorved revaskularisering af pulpa bliver umuliggjort<sup>1</sup>. Begge scenarier kan selvfølgelig forekomme samtidigt. Hos tilfældene i scenarie 1, hvor direkte bakteriel infektion er mulig via blottet pulpavæv, kan pulpaheling muligvis opnås, hvis der foretages pulpaoverkapping eller pulpotomi. I tilfælde af overrivning af den apikale neurovaskulære forsyning er en revaskulariseringsproces mulig, og succesraten er først og fremmest bestemt af størrelsen af det apikale foramen<sup>2</sup>. Efter en vellykket revaskularisering kan der opstå en pulpakanalobliteration, idet kontrollen af dentinogenesis bliver defekt efter revaskulariseringen<sup>3</sup>. Revaskulariseringsprocessen kan stoppe på et hvilket som helst niveau i rodkanalen, hvis bakterier får adgang til den iskæmiske del af pulpa<sup>4</sup>.

### Prædiktorer for pulpaheling/pulpanekrose

Baseret på eksperimentelle studier er en række af prædiktorer for pulpaheling/pulpanekrose blevet identificeret.

#### Pulpanekrose

Den stærkeste helingsprædiktor for pulpaheling er størrelsen på pulpa-parodontalinterfasen, der har meget tæt relation til tandens rodudviklingsgrad. Det viser sig, at størrelsen af pulpa-pa-



- Størrelse af apikal pulpa
- Længde af pulpa
- Sammentrykning af pulpa (intrusion)
- Alder
- Ydre kontaminering (avulsion)
- Blottet dentin
- Blottet pulpa
- Præcision af repositionering

**Figur 1.** Prædikatorer for pulpanekrose

rodontalinterfasen har stor betydning for pulpahelingen af alle typer af luksationer, eksartikulerede og replantede tænder samt rodfrakturer<sup>5-7</sup>. Jo større pulpa-parodontalinterfasen for tanden er (dvs. ufuldstændig rodudviklingsgrad), jo større er chancen for revaskularisering<sup>5</sup>.

En anden prædiktor for pulpaheling er længden af pulpa (også tæt knyttet til rodudviklingsgraden). Dette gælder igen både luksationer, eksartikulerede og replanterede tænder og indirekte rodfrakturer, hvor niveauet af frakturen er bestemmende for længden af pulparevaskulariseringen. Jo kortere længde, jo større er chancen for, at revaskularisering vil finde sted<sup>5-7</sup>.

I tilfælde med en luksationsskade vil en ubehandlet associeret emalje-dentinfraktur være forbundet med en øget risiko for pulpanekrose, formodentlig pga. bakterieinvasion gennem dentinkanalerne<sup>8</sup>.

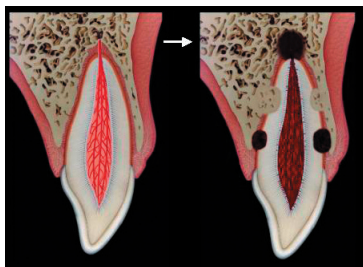
Endelig viser det sig for rodfrakturer, at en optimal repositionering øger chancerne for en god pulpaheling med hårdtvævsdannelse.

I tilfælde af en emalje-dentinfraktur fremgår det, at hvis behandling undlades, vil der kun være en risiko i tilfælde med dybe cervikale kronefrakturer.

## Heling af parodontalligament (PDL) og rodresorption

### Patogenese

En række kliniske og eksperimentelle studier har vist, at simple skader på parodontalligamentet såsom overrivning af PDL-fibre generelt fører til komplet regeneration (inkl. normal anatomi og funktion). Hvis skaden er mere alvorlig (sammenpresning af PDL), vil den rekruttere makrofager til at fjerne det ødelagte væv, og da skaden også inkluderer cementblastlaget (fx ved lateral luksation og intrusion), ses ofte osteoklastisk aktivitet førende til resorption af rodoverfladen<sup>1, 9, 10</sup>. I de tilfælde, hvor osteoklastisk aktivitet indtræffer, vil *overfladeresorption* (reparationsrelateret resorption) eller *ankylose* være det endelige resultat. Den resulterende resorptionstype (overfladeresorption/ankylose) er først og fremmest dikteret af skadens størrelse, idet store skader vil føre til ankylose. Den initiale resorption kan medføre en risiko for *infektionsrelateret resorption* (*inflammatorisk resorption*) som følge af bakteriel stimulation forårsaget af bakteriel invasion i pulpakanalen og/eller i dentinkanalerne<sup>1, 9, 10</sup>.



- Sammenpresning af PDL
- Udtørring af PDL (udslåede tænder)
- Ufysiologisk opbevaringsmedium (udslåede tænder)
- Alder
- Type af endodontisk behandling
- Rodudviklingsstadium
- Bakterieinfektion i PDL, pulpa eller dentinkanaler

**Figur 2.** Prædiktorer for rodresorption

## Prædiktorer for rodresorption

En række kliniske studier har forsøgt at identificere prædiktorer for de forskellige typer af rodresorption. De mest signifikante prædiktorer har vist sig at være typen og alvorligheden af luksations-skaden repræsenteret ved graden af PDL-skade (kompression/overrivelse). I overensstemmelse hermed er hierarkiet af tandtraumer, sorteret efter deres resorptionspotentialer følgende: konkussion, subluktion, ekstrusion, lateral lukstation, intrusion og avulsion med efterfølgende replantation<sup>13</sup>.

Specielt gælder det for avulsioner, at rodresorptionspotentialer er meget stærkt relateret til den ekstraorale tid og valget af opbevaringsmedium<sup>6</sup>. Risikoen for rodresorption påvirkes også af andre faktorer såsom eventuel bakteriel vækst i PDL og valget af endodontisk behandlingsmetode i de tilfælde, hvor pulpnekrose eller ekstern rodresorption nødvendiggør endodontisk behandling. En sammenhæng mellem risikoen for rodresorption, tandens rodudviklingsstadium og patientens alder er blevet påvist, idet stigende rodudviklingsstadium og hermed stigende alder fører til højere risiko for rodresorption. Begge faktorer skal muligvis ses i relation til det faktum, at alveolen med stigende alder bliver mere rigid, og en placering derfor kan resultere i større vævsskader på det paradontale ligament.

## Marginal knogleheling og knogletab

### Patogenese

Tab af marginals knoglevæv som følge af et dentalt traume er et sjældent fænomen, der hovedsageligt ses for tænder involveret i intrusionsskader, laterale luksationsskader samt processus alveolaris- og kæbefrakturer<sup>1, 11-13</sup>.

Tab af marginals knoglevæv kan være meget udtalt og føre til hurtigt tab af tanden. Ætiologien bag tabet af marginals knogle-

væv er enten knusning af knogle som fx ved intrusioner og laterale luksationer eller ved eksponering af alveolarknogle til det orale miljø ved kraftig displacering i forbindelse med en kæbefraktur.

En speciel type af knogletab er *transient marginalt knogletab*, hvor traumatiseret marginalt knoglevæv midlertidigt forsvinder som resultat af osteoklastisk aktivitet for senere at blive erstattet af nyt alveolært knoglevæv.

### Prædikatorer for marginalt knogletab

Nyere studier viser, at marginalt knogletab er en ret hyppig følge af intrusion, og at denne faktor bliver meget prominent i tilfælde af multiple intrusioner<sup>12</sup>. En aldersfaktor gør sig ligeledes gældende – jo højere alder, jo større er risikoen for marginalt knogletab.

En lille risiko for marginalt knogletab eksisterer også ved laterale luksationer, specielt i det lingvale område<sup>14</sup>. Transient marginalt knogletab ses ligeledes ved denne skadestype. Ved en kæbefraktur (og/eller processus alveolaris-fraktur) med markant displacering og sen eller ufuldstændig repositionering kan der også opstå tab af marginalt knoglevæv.



- Sammenpresning af knoglevæv (intrusion, lateral luksation)
- Blotlæggelse af knoglevæv i det orale miljø (alveolar- og kæbefrakture)
- Tilstødende tand/knogleskade (multiple intrusioner)
- Alder

Figur 3. Prædikatorer for marginalt knogletab

## Forstyrret rodudvikling

### Patogenese

I tilfælde af en luksationsskade på en tand med ukomplet roddannelse kan skaden påvirke Hertwigs rodepitelskede (HERS)<sup>1</sup>. Denne struktur er helt ansvarlig for morfologien af roden, og en væsentlig skade på strukturen vil resultere i delvis eller total standsning af den videre roddannelse. En serie af eksperimenter har vist, at delvis skade på HERS kan føre til partiel rodudvikling, hvorimod total skade fører til standsning af rodudviklingen. Skade på Hertwigs rodepitelskede i forbindelse med et traume kan opstå på flere forskellige måder. Der kan være tale om en direkte beskadigelse, fx ved intrusion eller lateral luksation, en indirekte beskadigelse som følge af forsinket revaskularisering relateret til inkomplet repositionering efter luksation eller ved en toksisk effekt relateret til en akut inflammation i forbindelse med koronalt inficeret pulpavæv<sup>1</sup>.

### Prædiktorer for forstyrret rodudvikling

En række kliniske studier har identificeret prædiktorer for forstyrret rodudvikling<sup>15, 16</sup>. Blandt skader, der fører til rodudviklingsforstyrrelser, er luksationstyper med placering, fx ekstrusion, lateral luksation og intrusion, ofte relateret til forstyrret rodudvikling. Derudover ses denne komplikationstype også for avulsioner med efterfølgende replantation<sup>15</sup> samt ved kæbefrakture. Desuden kan intrusion af primære tænder forstyrre roddannelsen på det permanente tandsæt<sup>16</sup>. Endelig har det vist sig, at inkomplet repositionering kan føre til rodudviklingsforstyrrelser.

## Tandoverlevelse og tandtab

### Patogenese

Tandtab i det permanente tandsæt kan være den øjeblikkelige følge af et traume eller resultatet af insuffICIENT pulpa eller parodontal heling.

### Prædikatorer for tandtab

En række kliniske studier har vist, at tandtab i det permanente tandsæt primært ses i avulsions/replantationssituationer, intrusioner, rodfrakturer og krone-rodfrakturer<sup>17</sup>.

I det følgende vil hver type af skade blive beskrevet med relation til tandtab. Den største risiko for akut tandtab findes hos børn, hvor specielt tænderne i den anteriore region er meget udsatte. Disse tandtab har stor æstetisk og psykologisk betydning for patienterne. Medvirkende hertil er også, at tanderstatning i den anteriore region er vanskelig at udføre og ofte leder til et utilfredsstillende æstetisk resultat<sup>18</sup>.

### Avulsionskader

Disse skader har generelt en dårlig prognose, primært pga. de skader på PDL, der meget ofte opstår pga. for lang ekstraoral opbevaring eller ved brug af insuffICIENTe opbevaringsmedier<sup>11</sup>. Sådanne skader på rodhinden fører ofte til progressiv rodresorption og efterfølgende tandtab. Det har ført til en udbredt forestilling om, at replantation kun undtagelsesvis bør udføres hos børn. Nogle steder er det praksis kun at udføre replantation på den begrænsede gruppe patienter, hvor den ekstraorale tid er mindre end 5 minutter. Denne holdning synes ikke rimelig, når det betænkes, at en resorberende rod, hvis den dekoroneres, kan føre til bevarelse af alveolarprocessen<sup>19,20</sup>. En sådan bevarelse er helt



afgørende for at opnå en æstetisk velfungerende protetisk eller implantatløsning. Den såkaldte dekoroneringsprocedure, der blev introduceret i starten af 1980'erne, har den unikke effekt, at den kan genskabe og bibeholde både den vertikale og den labiolingviale vækst af alveolen<sup>19, 20</sup>. Dekoroneringsprocedurer har derfor ændret billedet dramatisk og har gjort replantation af eks-artikulerede tænder til et rimeligt behandlingsvalg, selv hos børn i vækst<sup>21</sup>.

### **Intrusiv luksation**

Intrusioner er karakteriseret ved knusningsskader på det parodontale ligament og samtidig overrivning eller knusning af den apikale neurovaskulære interface mellem pulpa og parodontium (pulp-nerveinterface). På grund af skadens natur har denne skadestype mange helingskomplikationer såsom rodresorption, pulpanekrose og tab af marginalt knoglevæv<sup>8, 12</sup>. Disse skader bør dog stadig behandles, idet et signifikant antal tænder på trods af skadens sværhed viser overlevelse, selv efter en længere periode<sup>12</sup>.

### **Rodfrakturer**

Rodfrakturer repræsenterer meget komplekse skader, hvor næsten alle tandens komponenter bliver beskadiget (cement, dentin, pulpa, PDL og nogle gange også alveolarknoglen). Alligevel heler et signifikant antal af disse rodfrakturer, idet 20-30 % heler med en hårdtvævsbarriere på frakturstedet, mens ca. 50 % heler med interposition af PDL mellem fragmenterne<sup>22</sup>.

I ca. 25 % af tilfældene indtræffer en delvis pulpanekrose, hvor kun det koronale fragment er berørt. For disse tænder er der opnået meget gode resultater ved endodontisk behandling, begrænset til det koronale fragment. I de tilfælde, hvor helingen sker med PDL, vil det medføre lidt øget bevægelighed. Generelt er det en acceptabel situation, idet bevægeligheden i de fleste til-

fælde ikke øges med alderen. Dog vil et nyt traume føre til ekstrusion eller eksartikulation af det koronale fragment. Det har vist sig at ske i 22-24 % af tilfældene<sup>23</sup>.

## Krone-rodfrakturer

Disse tænder er traditionelt blevet betragtet som værende vanskelige eller umulige at bevare, og begge fragmenter er ofte ekstraheret på skadestidspunktet. En bevarelse af roden bør imidlertid overvejes nøje i disse tilfælde, idet den tilbageværende rod kan bruges til senere restaurering efter gingivektomi og/eller osteotomi. Derudover er ortodontisk ekstrusion en behandlingsmulighed, der har en god langtidsprognose. Selv intraalveolær transplantation af det apikale krone-rodfragment har vist sig at have en god langtidsprognose<sup>24</sup>.

### **Brugen af prædiktorer i en interaktiv dental traumedatabase**

Mange prædiktorer for komplikationer har et multifaktorielt aspekt, fx alder og rodens udviklingsstadium. Det nødvendiggør, at man bruger statistisk analyse for at „veje“ vigtigheden af de fundne helingsprædiktorer. På Traumecentret på Rigshospitalet i København er der siden 1970 foretaget en lang række langtidsstudier, dækkende alle traumetyper på det primære og det permanente tandsæt. Data fra disse studier er blevet kombineret i en fælles database, der indeholder frakturer og luksationsskader samt kombinationer heraf. Databasen indeholder nu 2.430 tilfælde. Når en patient med et specifikt traume modtages, kan patientens oplysninger tages ind i databasen ved, at man oplyser værdierne for en række helingsprædiktorer, der har betydning for helingsmønstret for det specifikke traume. På basis af disse oplysninger kan databasen fremvise overlevelsestatistik for pulpa og parodontal heling, tab af marginalt knoglevæv samt

tandtab. Dette opnås ved, at de oplyste prædiktorer matches med en undergruppe af databaseposter med tilsvarende værdier for de angivne prædiktorer. De lagrede oplysninger i dette datasæt omkring undergruppens helingskomplikationer bliver herefter benyttet til at beregne en risikoprofil via overlevelsesgrafer for de forskellige helingskomplikationer. Hvis pålideligheden af estimerne er tilfredsstillende, vil den interaktive traumadatabase blive tilgængelig som part af IADT's (International Association of Dental Traumatology) hjemmeside.

#### LITTERATUR

- 1 Andreasen JO, Løvschall H. Response of oral tissues to trauma. I: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford: Blackwell; 2007: 62-96.
- 2 Andreasen FM, Yu Z, Thomsen BL. Relationship between pulp dimensions and development of pulp necrosis after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 90-8.
- 3 Andreasen FM, Yu Z, Thomsen BL, Andersen PK. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 103-15.
- 4 Andreasen FM, Storgaard S, Sae-Lim V. The role of antibiotics/ antimicrobial agents in preventing healing complications after traumatic dental injury. 3<sup>rd</sup> ed. *Endodontic Topics* 2007 (in press).
- 5 Andreasen FM, Pedersen BV. Prognosis of luxated permanent teeth – the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 207-20.
- 6 Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 traumatically avulsed permanent incisors. 4. Factors related to pulpal healing. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11: 59-68.
- 7 Andreasen JO, Andreasen FM, Mejåre I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location

- of fracture and severity of dislocation. *Dent Traumatol* 2004; 20: 192-202.
- 8 Andreasen JO, Bakland LK, Matras R, Andreasen FM. Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 2. A clinical study of the effect of preinjury and injury factors (such as sex, age, stage of root development, tooth location, and extent of injury including number of intruded teeth) on 140 intruded permanent teeth. *Dent Traumatol* 2006; 22: 90-8.
  - 9 Andreasen JO. Review article. Experimental dental traumatology. Development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traum* 1987; 3: 269-87.
  - 10 Andreasen JO. Review of root resorption systems and models. Etiology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. I: Davidovitch Z, ed. *The biological mechanisms of tooth eruption and root resorption*. S.N, 1988: 9-21.
  - 11 Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM. Replantation of 400 traumatically avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11: 59-89.
  - 12 Andreasen JO, Bakland LK, Matras R, Andreasen FM. Traumatic intrusion of permanent teeth. Part 3. A clinical study of the effect of treatment variables such as treatment delay, method of repositioning, type of splint, length of splinting and antibiotics on 140 teeth. *Dent Traumatol* 2006; 22: 99-111.
  - 13 Andreasen FM, Andreasen JO. Luxation injuries of permanent teeth: General findings. I: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. *Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4th ed. Oxford: Blackwell; 2007: 372-97.
  - 14 Andreasen FM, Andreasen JO. Extrusive luxation and lateral luxation. I: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. *Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4th ed. Oxford: Blackwell; 2007: 411-27.
  - 15 Andreasen JO, Borum MK, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 3. Factors related to root growth. *Endod Dent Traumatol* 1995; 11: 69-75.

- 16 Andreasen JO, Sundstrøm B, Ravn JJ. The effect of traumatic injuries to primary teeth on their permanent successors. I. A clinical, radiographic, microradiographic and electronmicroscopic study of 117 injured permanent teeth. *Scand J Dent Res* 1970; 79: 219-83.
- 17 Andreasen JO, Hämmerle C, Ödman J, Buser D, von Arx T, Jensen J, Nörholt SE et al. Implants in the anterior region. I: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford: Blackwell; 2007: 761-90.
- 18 Zachrisson BU, Toreskog S. Esthetic considerations in restoring the traumatized dentition: a biological approach. I: Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, eds. Text book and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed. Oxford: Blackwell; 2007: 798-812.
- 19 Malmgren B, Cvek M, Lundberg M, Frykholm A. Surgical treatment of ankylosed and infrapositioned reimplanted incisors in adolescents. *Scand J Dent Res*. 1984; 92: 391-9.
- 20 Malmgren B, Malmgren O. Rate of infraposition of reimplanted ankylosed incisors related to age and growth in children and adolescents. *Dent Traumatol* 2002; 18: 28-36.
- 21 Andreasen JO, Malmgren B, Bakland L. Tooth avulsion in children, to replant or not. A survey article. *Endod Topics* 2007(in press).
- 22 Andreasen JO, Andreasen FM, Mèjare I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 2. Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period antibiotics. *Dent Traumatol* 2004; 20: 203-11.
- 23 Cvek M, Andreasen JO. Survival of 534 root-fractured incisors in patients age 7 to 17 years. *Endod Topics* 2007 (in press).
- 24 Kahnberg K-E. Surgical extrusion of root fractured teeth – a follow-up study of two surgical methods. *Endod Dent Traumatol* 1988: 45-89.

