

# Cracked tooth syndrome

## ABSTRACT

Diagnostic and treatment possibilities for cracked teeth are presented. However the author agrees fully with previous authors (# 1, 2, 3) in the sense that the most important aspect related to cracked tooth syndrome is full awareness that it exists and all efforts should be done in order of properly diagnosis it at an early stage.

## INTRODUCTION

The issue of the cracked tooth syndrome (CTS) is not new. Although different terminologies have been suggested to name it, (1, 2, 4), it was Cameron in 1964 who coined the term of Cracked Tooth Syndrome (3). In 1954 Gibbs (1) mentioned that although a "claim to any new clinical entity is not made, the type of odontalgia described herein should be listed as a specific clinical entity in modern literature and means for (a) it's detection, (b) differential diagnosis, (c) evaluation and prognosis and (d) treatment should be clearly defined and made available to the beginning practitioner". Later, in 1957 Ritchey et al (2) reported twenty two cases of pulpitis resulting from incomplete tooth fractures. In 1964 Cameron (3), mentioned "The most important factor in diagnosis of a cracked tooth is awareness that these cracks occur".

However, as time goes by, it is clearly seen, that even though many articles have been written on this topic, many of these cracked teeth go by undiagnosed, and also that there is a confusion in the literature regarding teeth with a diagnosis of CTS and it's possible sequelae and those fractured as a consequence of procedural accidents which have been termed Apically Induced Fractures by Williams (14) and vertical root fractures by others (21, 28). The final result of both is the same but the etiology is totally different (15-18). It is also a fact that for as long as the dental profession keeps relying mostly on radiographic evaluations, proper diagno-

sis of CTS will not be made for the simple reason that most of these cracks occur from distal to mesial where the X ray film will not show them, and the CTS will keep claiming it's toll of lost teeth.

Treatment modalities will vary according to the different cases. It will encompass from hemisections and radisections in multirooted teeth, extractions of monoradicular teeth, to more bizarre treatments (18, 33). Glick (19) mentioned that he had placed a small screw to hold together the two portions of a fractured central incisor in place which functioned for some time but was lost afterwards. Most of these treatments are related to teeth fractured during endodontic procedures and which escape the scope of this article.

## SIGNS AND SYMPTOMS

The symptoms of "split teeth" (22, 1, 3, 2, 27, 4, 11) referred by patients may vary enormously. Many will refer discomfort specially upon mastication which may be of short or long data. The range of discomfort may encompass from what Schilder (13) has termed Hyperemia, that is, a fleeting sensitivity to changes of temperature or pH, to full blown pulpitis and/or acute alveolar abscess; with their classical symptoms of delayed sensitivity to hot stimuli and/or edema. (Although the classical CTS symptomatology courses with vital pulps we cannot forget that when undiagnosed, the irreversibly affected pulp will become necrotic and these cases will show as time goes by a typical image of lesions of endodontic origin and or periodontic involvement, this being the reason to include them in this paper). Most of the patients will only be able to discern the side affected but not even the arch. The impossibility of discerning the offending tooth in the initial stages is related to the lack of proprioceptive mechanisms in the dental pulp. However other patients who have suffered previously from a cracked tooth syndrome may give a much more accurate information. The symptoms mentioned in the different articles are very

similar (1-4, 11, 12). Unfortunately, in many instances, when the patient is already able to discern the offending tooth the crack has in many times crossed the attachment apparatus, the proprioceptive mechanisms present in the periodontal ligament and adjacent bone are able to give accurate information, the pulp is irreversibly affected, and the prognosis is very poor, or guarded at best. The patient will refer pain upon mastication and ability to define the affected side, but not the offending tooth. In many cases the patient will not be able to determine if the pain is related to the lower or upper arch. Sensitivity to temperature changes and to biting forces are observed in early stages of hairline fractures. The combination of thermal and pressure sensitivity is practically pathognomonic for this condition; the origin of the symptomatology is an incomplete tooth fracture caused by bruxism or more likely tensional clenching of teeth where exceptional occlusal forces split teeth with almost unobservable cleavage lines (23). Many patients who already have had a previous episode of an incomplete tooth fracture will diagnose a split tooth by themselves when a new tooth is affected. Cameron (1976) found that 25% of the patients studied were able to diagnose a cracked tooth by themselves, and that the possibility of having more than one tooth affected are high.

Other signs and symptoms of incomplete crown root fractures include perfect balance of occlusion, healthy and clean gingiva and mucosa, absence of exposed dentin at the amelo cemental junction and absence of sensitive root surface (1).

In 1957 Ritchey (2) reported twenty two cases of pulpitis resulting from incomplete tooth fractures. The ensuing pulpitis resulted from an incomplete fracture in the long axis of molars from, either the mesial or distal surface into the pulp chamber. A striking finding was that of the twenty two teeth studied twenty were mandibular molars and all of them except one were restored with soft gold inlays.

However the authors could not explain the reason for the high number of lower molars involved, nor the absence of buccolingual fractures. The possibility of inducing such

# Sindrome del dente incrinato

## RIASSUNTO

Abbiamo presentato le possibilità diagnostiche e di trattamento per i denti incrinati. L'autore è in completo accordo con gli autori precedenti (# 1, 2, 3), nel senso che l'aspetto fondamentale della sindrome del dente incrinato è la completa consapevolezza della sua esistenza e della necessità di operare con ogni mezzo per diagnosticarla ad uno stadio precoce.

## INTRODUZIONE

L'argomento della sindrome del dente incrinato (CTS) non è nuovo. Anche se sono stati proposti diversi termini per definirla (1, 2, 4), è stato Cameron nel 1964 che ha coniato il termine di Sindrome del Dente Incrinato (3). Nel 1954 Gibbs (1) ha detto che anche se "non si parla di un nuovo fenomeno clinico, il tipo di odontalgia qui descritto dovrebbe essere definito come una specifica entità clinica nella letteratura moderna, in modo da definirne e rendere utilizzabili per i principianti a) il rilevamento, (b) la diagnosi differenziale, (c) la valutazione e la prognosi, (d) il trattamento". Successivamente, nel 1957, Ritchey et al (2) hanno riferito di ventidue casi di pulpiti provocata dalla frattura incompleta di un dente.

Nel 1964 Cameron (3), ha detto che "il fattore più importante nella diagnosi di un dente incrinato è il rendersi conto che queste rotture si verificano".

Tuttavia, con il passare del tempo, è stato sempre più evidente che, nonostante siano stati scritti molti articoli su questo argomento, molti di questi denti incrinati rimangono non diagnosticati, e che nella letteratura vi è una certa confusione tra denti con diagnosi di CTS e possibili complicazioni, e denti fratturati in seguito a incidenti procedurali, definiti da Williams (14) Fratture Apicalmente Indotte e da altri Fratture Radicolari Verticali (21, 28). Il risultato finale di entrambe è identico ma l'eziologia è completamente diversa (15-18). Bisogna aggiun-

gere che fin quando la professione odontoiatrica si baserà principalmente sulle valutazioni radiografiche, non si potranno ottenere diagnosi di CTS esatte, poiché la maggior parte di queste rotture si verifica tra il lato distale e mesiale, dove la pellicola radiografica non li può rilevare, e la CTS continuerà a riscuotere il suo pedaggio di denti persi. Le modalità di trattamento possono variare a seconda dei casi. Spaziano dall'emissione e rizotomia nei denti multiradicolari, all'estrazione di denti monoradicolari, a trattamenti più particolari (18, 33).

Glick (19) ha riferito di aver inserito una piccola vite per mantenere unite le due parti di un incisivo centrale fratturato, espediente che per un certo periodo ha funzionato, ma che in seguito è fallito. La maggior parte di questi trattamenti riguardano denti fratturati durante interventi endodontici e che esulano dall'argomento di questo articolo.

## SEGNI E SINTOMI

I sintomi da "dente incrinato" (22, 1, 3, 27, 4, 11) riferiti dai pazienti variano moltissimo. Molti parlano di fastidio durante la masticazione, che può essere più o meno recente. Il disagio può variare da quella che Schilder (13) ha definito Iperemia, cioè una ipersensibilità di breve durata ai cambiamenti di temperatura o di pH, fino alla pulpita conclamata e/o all'ascesso alveolare acuto, con i rispettivi sintomi classici di sensibilità ritardata allo stimolo caldo e/o edema. (Dobbiamo ricordare che nonostante la sintomatologia classica della CTS riguardi polpe vitali, se non viene diagnosticata, la polpa, danneggiata in modo irreversibile, diventerà necrotica e che questi casi assumeranno progressivamente l'aspetto tipico delle lesioni di origine endodontica e/o di coinvolgimento parodontale, motivo per cui sono stati inclusi in questo lavoro). La maggior parte dei pazienti riesce unicamente a distinguere il lato affetto, ma non l'arco. L'impossibilità di distinguere il dente danneggiato negli stadi precoci, è dovuta all'assenza di meccanismi propriocettivi nella

polpa dentale. Solo i pazienti che abbiano in precedenza sofferto della sindrome del dente incrinato sono in grado di fornire informazioni più accurate. I sintomi citati nei vari articoli sono molto simili (1-4, 11, 12). Sfortunatamente, in molti casi, nel momento in cui il paziente è in grado di distinguere il dente affetto la frattura ha già oltrepassato il legamento parodontale, e se il meccanismo propriocettivo del legamento parodontale e nell'osso adiacente possono dare informazioni precise, la polpa è ormai danneggiata in modo irreversibile e la prognosi risulterà molto seria o, nel migliore dei casi, incerta.

Il paziente riporta dolore alla masticazione ed è in grado di distinguere il lato colpito ma non il dente. In molti casi il paziente non potrà dire se il dolore riguarda l'arco superiore o inferiore.

Nei primi stadi delle fratture molto sottili si rileva ipersensibilità ai cambiamenti di temperatura e alle forze di masticazione. La combinazione di sensibilità alla pressione e alla temperatura è di fatto patognomica per questa condizione; l'origine della sintomatologia è una frattura incompleta del dente causata da bruxismo o più probabilmente da una trazione tensionale di denti in cui forze occlusali abnormi spaccano denti con fissurazioni quasi invisibili (23). Molti pazienti che hanno già sperimentato un caso di frattura incompleta del dente riescono a diagnosticare da soli un dente incrinato, quando un altro dente viene colpito.

Cameron (1976) ha riscontrato che il 25% dei pazienti presi in esame poteva diagnosticare un dente fissurato da sé e che la possibilità che venga colpito più di un dente è alta.

I sintomi di fratture coronali radicolari incomplete includono un perfetto equilibrio di occlusione, mucosa e gengiva sana, assenza di dentina esposta alla giunzione smalto-cemento, ed assenza di sensibilità sulla superficie radicolare (1).

Nel 1957 Ritchey (2) ha riferito di due casi di pulpiti provocati da fratture incomplete di un dente. La pulpita conseguente era provocata da una frattura incompleta nell'asse lungo dei molari, dalla superficie mesiale o distale alla camera pulpale. Un dato molto interessante è che dei ventidue denti presi



fractures at the time of cementation of the inlays was suggested a possibility also expressed by Natkin (30).

## ETIOLOGY

According to Gibbs (1) the etiology of the CTS is an incomplete fracture into the dentin.

In a study of one hundred incomplete fractures Hiatt (4) reported the presence of symptoms similar to those already mentioned before in different articles. Clinically a proximal vertical hairline fracture on one or both unrestored marginal ridges extending apically toward the root was present. The mandibular second molar was involved in 40% of the cases, the first mandibular molar in 29%. According to age patients in the thirties and forties comprised most of the population studied, a fact which was not reported by Cameron (6), who found that patients sixty years or more of age were mostly affected by incomplete fractures. Cameron also found that females were more prone to incomplete fractures than males and that vital pulp was found in 71% of the cases. Hiatt (4) imputed the workings of the occlusion as causatives of the fractures in view of the excellent cusp fossa relationships which were found in the involved teeth. Heavy working side function and no balancing interferences were also found. Hiatt also assumed that the wedging effect of ideal cusp fossa relationship in posterior teeth predispose to this problem, and this fact was also used in explaining the absence of these fractures in anterior teeth. Fractures are seen in the fossa which is generally an area of structural weakness along the central developmental groove. The forces of occlusion will exert tension stresses in the fossa while the cusp will be protected in function by relieving mostly compression forces. As result, a fracture line will begin in the central developmental groove fossa area, extend over the marginal ridge and progress towards the pulp or in an apical direction along the root (18). The concept of "ideal" cusp fossa relationship as causative of of

crown root fractures was contested by Amsterdam (16) in 1973. In the Third International Conference on Endodontics he stated that it is dangerous to say that ideal cusp fossa relations predispose to fractures. What may be of importance however, is the problem presented by deepened fossa resulting from amalgam wear or iatrogenic carving at the time of placement of the amalgam causing an eruption of the antagonist. The ideal occlusion he stated should withstand these forces. Deep amalgam wear as an incriminating factor was also mentioned by Cameron (6). The possibility of crown and crown root fractures beginning at the marginal ridges of posterior teeth due to structural weaknesses was also suggested by Hiatt (4). Two other considerations were also suggested by Hiatt (4). One of them is related to structural fatigue present in teeth working in cusp fossa relationship, which will occur sooner in mandibular molars which lack a transverse ridge that seems to protect upper molars. The second consideration is the principle of the lever where mechanical advantage is greater near the fulcrum. The presence of greater force present in the second molar area when compared to that present in the first molar may be responsible for the higher number of second molars involved in crown root fractures. Similar findings were reported by Llamas Cadaval et al (12).

Silvestri (22) mentions two factors which tend to significantly weaken tooth structure and thus increase the possibility of fractures. The first one is excessive depth in MOD cavity preparations. These result as consequence of the high speed cutting instruments and deep anesthesia available. The final result will be a severely weakened cuspal structure and a potential for incomplete vertical fractures. The lateral masticatory forces will create internal shearing stresses that invite complete or incomplete vertical root fractures. If the dentin is involved, the hairline fracture will usually run all the way into the pulp chamber and very well may extend to the full length of the root. With time the pulp becomes infected from septic material drawn in from the gingival sulcus or from the saliva itself. In such cases it is very important to immobilize the

fractured portions in order of avoiding further damage (21). If no proper measures are taken a retrograde periodontal breakdown with pocket formation will ensue (4, 7).

The possibility of inducing microfractures, which could in time transform into vertical fractures has also been discussed (19). The author reported the occurrence of craze lines as a surface phenomenon during *in vitro* stainless steel pin installation procedures. Mahler and Terkla (31) stated that forces in the mouth result from mastication, bruxism, occupational and dietary habits, different thermal expansion between tooth and restoration, placement of the restoration, placement of the restoration and dimensional changes involved in the setting of certain restorative materials. The manifestation of these applied forces is stress within the restoration as well as in the remaining tooth structure and these stresses may be accompanied by adverse changes in configuration. Markley (20), and Standlee (24, 25) also suggested the possibility that the placement of stainless steel pins could produce microfractures that in time were able to induce fractures. Brown et al (28) found that a temperature difference of 50 degrees Celsius, which is commonly experienced during clinical situations, creates a sufficiently high stress level to cause cracking of enamel after several thousand cycles. Cycling the temperature ten times a day will produce 3650 cycles a year and therefore, if no self healing of the cracks occur they are expected to be present in the enamel of most people.

As stated before the possible etiology for cracked tooth syndrome is very complex and these complex mechanisms may be responsible for the difficulties in explaining the etiology for some particular cases.

## CLINICAL FINDINGS

In their paper Ritchey et al (2) mention that in a four year period time they observed twenty two cases of pulpitis resulting from incomplete tooth fractures. These figures

Blumenkranz U.S. Sindrome del dente incrinato.  
*G It Endo* 1996; 4: 162-73

in esame, venti erano molari mandibolari e tutti, tranne uno, erano stati ricostruiti con inlay d'oro di classe 2.

Gli autori non sono riusciti a spiegare il gran numero di molari inferiori affetti, né l'assenza di fratture buccolinguali. Natkin ha anche suggerito la possibilità che queste fratture vengano indotte al momento della cementazione dell'intarsio (30).

## EZIOLOGIA

Secondo Gibbs (1) l'eziologia della CTS è una frattura incompleta nella dentina.

In uno studio su cento fratture incomplete Hiatt (4) ha riferito la presenza di sintomi simili a quelli già esposti precedentemente in altri articoli. Clinicamente è stata rilevata una frattura verticale prossimale molto sottile su una o su entrambe le creste marginali non ricostruite che si estendono apicalmente verso la radice. Il secondo molare mandibolare era offeso nel 40% dei casi, il primo molare mandibolare nel 29%. Riguardo all'età la maggior parte della popolazione di pazienti studiati era tra i trenta e i quaranta anni, dato non riportato da Cameron, (6), che ha riscontrato che i pazienti di sessanta o più anni erano soggetti prevalentemente da fratture incomplete. Cameron ha anche scoperto che le donne sono più soggette alle fratture incomplete rispetto agli uomini e che la polpa era vitale nel 71% dei casi.

Hiatt (4) ha attribuito all'occlusione la causa delle fratture, in considerazione dello stretto rapporto fossa-cuspide riscontrato nei denti affetti.

Sono anche stati riscontrati precontatti dal lato di lavoro, senza nessuna interferenza dal lato non lavorante. Ha anche supposto che l'effetto cuneo del rapporto ideale cuspid-fossa nei denti posteriori favorisce questo problema e questo concetto è stato utilizzato per spiegare l'assenza di queste fratture nei denti anteriori. Le fratture si trovano nella fossa, che generalmente è un'area di debolezza strutturale lungo il solco centrale di sviluppo. Le forze di occlusione esercitano forze di tensione nella fossa

mentre la cuspid rimane protetta nella sua funzione subendo prevalentemente forze di compressione. Perciò la linea di frattura si forma nell'area centrale del solco di sviluppo della fossa, si estende sul bordo marginale e progredisce lungo la polpa o in direzione apicale lungo la radice (18).

Amsterdam (16) nel 1973 ha contestato il concetto di rapporto "ideale" cuspid-fossa considerato come causa delle fratture della corona radicolare. Nella Terza Conferenza Internazionale di Endodonzia ha affermato che è incauto dire che il rapporto ideale cuspid-fossa predispone alle fratture. Tuttavia potrebbe essere importante considerare il problema presentato dall'approfondimento della fossa causato dall'usura dell'amalgama, oppure dall'incisione iatrogenica durante il posizionamento dell'amalgama, che causa un'eruzione dell'antagonista. Hiatt ha perciò affermato che l'occlusione ideale dovrebbe contrastare queste forze.

Cameron (6) ha considerato l'usura dell'amalgama un fattore predisponente.

Hiatt (4) ha suggerito la possibilità che le fratture coronali o della corona radicolare siano originate sui margini dei denti posteriori a causa di una debolezza strutturale e ha fatto altre due considerazioni. Una di queste è collegata alla fatica strutturale dei denti, che interviene nel rapporto cuspid-fossa, prima dei molari mandibolari che mancano della cresta trasversale obliqua che sembra proteggere i molari superiori. La seconda considerazione riguarda il principio della leva dove il vantaggio meccanico è maggiore vicino al fulcro. La presenza di una forza maggiore nell'area del secondo molare, confrontata a quella del primo molare, potrebbe essere responsabile del maggior numero di secondi molari affetti da fratture delle corone radicolari. Llams, Cadaval et al hanno riferito risultati simili (12). Silvestri (22) cita due fattori che indeboliscono molto la struttura del dente, aumentando così la possibilità di fratture. Il primo è l'eccessiva profondità delle preparazioni della cavità MOD, provocata dall'alta velocità degli strumenti. Il risultato finale sarà una struttura cuspid gravemente indebolita, potenzialmente soggetta a fratture verticali incomplete. Le forze masticatorie laterali creano delle tensioni interne di torsione

che inducono fratture verticali complete o incomplete della radice. Se viene intaccata anche la dentina, la sottile frattura procederà fino alla camera pulpale e con buona probabilità si estenderà lungo tutta la radice. Progressivamente la polpa viene infettata dal materiale settico fuoriuscito dal solco gengivale o dalla stessa saliva. In questi casi è molto importante immobilizzare le parti fratturate per evitare ulteriori danni (21). Se non si prendono delle precauzioni appropriate potrebbe derivarne un collasso parodontale con la formazione di tasche (4, 7).

La possibilità di causare microfratture che si potrebbero progressivamente trasformare in fratture verticali è già stata discussa (19). L'autore (19) ha riferito il verificarsi di fissurazioni come fenomeno superficiale durante le procedure di installazione di perni di acciaio inossidabile. Mahler e Terkla (31) hanno stabilito che le forze nel cavo orale sono il risultato di masticazione, bruxismo, abitudini occupazionali e dietetiche, differenza tra l'espansione termica del dente e della ricostruzione, posizionamento della ricostruzione e cambiamenti dimensionali implicati nell'utilizzo di alcuni materiali ricostruttivi. La manifestazione di queste forze applicate provoca tensione sia all'interno della ricostruzione, sia nella struttura del dente rimasta; queste tensioni possono essere accompagnate da cambiamenti opposti nella configurazione. Markley (20) e Standley (24, 25) hanno suggerito anche la possibilità che l'installazione dei perni di acciaio inossidabile produca microfratture che possono in seguito trasformarsi in fratture.

Brown et al (28) hanno scoperto che una differenza di temperatura di 50 gradi Celsius, molto comune durante le situazioni cliniche, crea un livello di tensione sufficientemente alto da causare la rottura dello smalto dopo diverse migliaia di cicli. Dieci cicli di temperatura al giorno produrranno 3650 cicli all'anno, quindi se non si verifica una guarigione spontanea delle incrinature ci si può aspettare che siano presenti nello smalto della maggior parte delle persone.

Come abbiamo già detto, la possibile eziologia per la sindrome del dente incrinato è molto complessa e questi meccanismi possono essere responsabili per la difficoltà



indicate that many cases escaped their diagnosis, because it is a known fact that these cracks are much more prevalent. The most striking finding was that twenty cases corresponded to lower molars and that twenty one had been restored with soft gold restorations. Other important clinical findings are: teeth undergoing CTS usually belong to old or middle aged patients, although presently we see patients of any age afflicted with it (increase in stress in modern life?). Teeth will usually show wear facets, deep cusp fossae relationships, heavy masticatory musculature and many patients will show heavy bruxing habits. More cracked teeth are seen in males than females (personal findings). However Cameron in his study (6) mentions a different proportion (68 females and 34 males). According to Dewberry (17), lower molars are more frequently affected than upper molars, and first molars more prevalent than second molars. The crack when seen clinically will show a mesio-distal direction in almost all cases. Starting usually at the marginal ridge and running vertically towards the gingiva and/or horizontally to the opposing marginal ridge. In other instances the crack will be seen under the cusps but very seldom in a buccolingual direction. Where the pulp has already gone into a necrotic stage and a periodontal defect has started it will be possible to probe a periodontal defect adjacent to the crack. Many times there will be pus present at this site.

Lin and Langeland (8) examined histologically a fractured molar and found bacteria and disintegrating tissue and endodontic sealer in the crack. Similar findings were reported by Walton (35).

## DIAGNOSIS

Diagnosis in many times is confusing and difficult. Several methods have been described: transillumination, having the patient bite on a burlew wheel or wet cotton roll, the use of different coloring agents has also been suggested. Presently there are several commercially devices available like the

Tooth Slooth (Cypress CA 90630, U.S.A.) which consists of a plastic handle connected to a biting block in a form of a small pyramid which also has a concavity. This concavity helps to seat the biting block more accurately and helps in placing pressure on one cusp at a time. A slight tapping on a cusp will also help in locating the offending tooth. However if a crack is suspected, it is important not to try to wedge the portions apart to find if the crack exists or not. Electrical stimulus as well as radiographic examination will show normal findings. The increased number of hairline fractures is directly related to an improvement of dental procedures which allow to maintain teeth that otherwise would be lost.

Other aids such as the use of fiberoptics, transillumination and dyes has also been suggested (4, 26, 22, 34). Many patients who already have had a previous episode of an incomplete tooth fracture will diagnose a split tooth by themselves when a new tooth is affected. Cameron (6) found that 25% of the patients studied were able to diagnose a cracked tooth by themselves, and that the possibility of having more than one tooth affected are high.

The most important fact to take into consideration when suspecting a cracked tooth is to remove all previous restorations old or new (13, 14). Not to do so may compromise the case unnecessarily. Taking into consideration that possibly many cases have been treated endodontically, with diagnosis of pulpitis or pulp necrosis and/or abscess without taking in consideration the presence of a crack. These teeth usually have ended at an oral surgeon's office and when examined showed a crack that maybe was present at the start of the treatment and had gone unrecognized (8). The most important fact to take in consideration in a diagnosis of a cracked tooth is the need to duplicate the patient's complaint at the office (13). Unfortunately X-ray films, as mentioned before will not show cracks running in a disto-mesial direction (Fig. 2) and more unfortunately is the fact that too many dentists still rely heavily on this sole aid in diagnosing dental problems. Sometimes the X ray will be helpful when there is already a periodontal breakdown which will be

shown. Also buccolingual defects will be seen (Fig. 2). However it is important to note that even in full separation of mesio distal fractures without periodontal breakdown there will be nothing visible in the X ray film (Fig. 1). This is the main reason why so many patients shift from dental office to dental office seeking help and are sent back home without proper treatment. Sometimes the symptoms will diminish when a portion of the tooth will break away, or in some instances an alveolar abscess with all its sequelae will be the end result of a poorly diagnosed case.

## CLASSIFICATION

Different classifications have been suggested (9, 14). The following suggested by Williams (14) seems to be very easy to follow.

**Class I:** When the crack affects, enamel, dentin and pulp.

**Class II:** Affecting enamel, dentin, pulp (necrotic), without PDL involvement.

**Class III:** When there is also a PDL involvement.

**Class IV:** Tooth is split in two.

## TREATMENT AND PROGNOSIS

Considering the many different possibilities present it is difficult to propose a strict protocol that will encompass treatment for all and everyone of the possible cases. However different facts have to be taken in consideration:

**a. Pulp vitality**

**b. Is the pulp irreversibly affected or not.**

If the pulp is vital and shows only hyperemic reaction the tooth is anesthetized, a rubber dam is placed and all present restorations are removed. If the crack seems to be only superficial a temporary cement is placed, and the tooth is taken out of occlusion. It is advisable to place a copper band, orthodontic band or temporary crown to avoid further possibilities for the crack to become deeper. If the tooth remains asymptomatic it should be properly restored after a

che si incontra nello spiegare alcuni casi particolari.

## RISULTATI CLINICI

Nel loro lavoro Ritchey et al (2) riferiscono che in un periodo di quattro anni hanno osservato ventidue casi di pulpiti causata da fratture incomplete del dente. Questi dati indicano che molti casi si sottraevano alla loro diagnosi, dato che è risaputo che queste fissurazioni sono molto più comuni.

La scoperta più interessante è che venti casi corrispondevano a molari inferiori e che ventuno erano stati ricostruiti con oro tene-ro. Altri dati clinici importanti sono i seguenti: i denti soggetti a CTS appartengono di solito a pazienti anziani o di mezza età, anche se attualmente vediamo pazienti di ogni età afflitti da questa sindrome. (Un aumento dello stress nella vita moderna?). Di solito i denti presentano lati usurati, un profondo rapporto cuspid-fossa, potenti muscolature masticatorie e molti pazienti presentano forme molto accentuate di bruxismo. Negli uomini si trovano più denti incrinati che nelle donne (rilevamenti personali). Tuttavia Cameron nel suo studio (6) cita una proporzione diversa (68 donne e 34 maschi). Secondo Dewberry (17), i molari inferiori sono più frequentemente soggetti dei molari superiori e i primi molari più dei secondi molari. L'incrinatura osservata clinicamente presenta una direzione mesio-distale in quasi tutti i casi. Generalmente parte dal bordo marginale e procede verticalmente verso la gengiva e/o orizzontalmente verso il bordo marginale opposto. In altri casi si potrà osservare l'incrinatura sotto la cuspid, ma molto raramente in direzione buccolinguale.

Dove la polpa è già entrata nello stadio necrotico e un difetto parodontale ha avuto inizio, sarà possibile provare un difetto parodontale adiacente all'incrinatura. Spesso ci sarà formazione di pus.

Lin e Langeland (8) hanno esaminato istologicamente un molare fratturato e trovato batteri e tessuto disintegrato e otturatore endodontico nell'incrinatura. Walton ha riportato risultati simili.

## DIAGNOSI

Spesso formulare una diagnosi è difficile. Sono stati descritti diversi metodi: la transilluminazione, facendo mordere al paziente una rotellina di gomma oppure un rotolo di cotone inumidito; è stato suggerito l'uso di diversi agenti coloranti. Attualmente ci sono diversi strumenti in commercio come il Tooth Slooth (Cypress CA 90630, U.S.A.) composto da una maniglia di plastica collegata a un blocco da mordere a forma di piccola piramide con una concavità. Questa concavità serve per stabilizzare meglio il blocco da mordere e serve ad esercitare pressione su una cuspid alla volta. Una lieve pressione sulla cuspid serve anche ad individuare meglio il dente interessato. Tuttavia se si sospetta la presenza di una frattura, è importante non cercare di incuneare le parti per scoprire se esiste o no.

La stimolazione elettrica e l'esame radiografico non mostreranno irregolarità. L'aumento del numero di fissurazioni è direttamente collegato a un miglioramento delle procedure odontoiatriche che permettono di conservare denti che altrimenti andrebbero perduti.

Sono stati suggeriti anche altri metodi come l'uso di fibre ottiche, transilluminazione e coloranti (4, 26, 22, 34). Molti pazienti che hanno già avuto un caso di frattura incompleta del dente sono in grado di diagnosticare autonomamente un dente incrinato, quando un nuovo dente viene colpito. Cameron (6) ha scoperto che il 25% dei pazienti studiati sapeva riconoscere un dente fissurato, e che la possibilità che ci sia più di un dente offeso è alta.

Il fatto più importante da tenere in considerazione quando si sospetta che un dente sia incrinato, è di rimuovere tutte le ricostruzioni precedenti vecchie o nuove (13, 14). Tralasciare questo procedimento può compromettere il caso inutilmente. È necessario considerare che molti casi probabilmente sono stati trattati endodonticamente, con diagnosi di pulpiti o necrosi pulpale e/o ascesso, senza considerare la presenza di una incrinatura.

Questi denti di solito sono finiti nello studio

di un chirurgo orale e all'esame presentano una frattura che probabilmente era già presente all'inizio del trattamento ma non era stato rilevato (8). Il fattore più importante da considerare in una diagnosi di dente incrinato è il bisogno di rinnovare le lamentele del paziente nello studio (13). Sfortunatamente le radiografie, come abbiamo già detto in precedenza, non evidenziano le incrinature che procedono in direzione distomesiale (Fig. 2), per cui è molto grave il fatto che ancora troppi dentisti si basino principalmente solo su questo tipo di strumento nella diagnosi di problemi dentali. In presenza di un grave coinvolgimento parodontale la radiografia potrà essere utile, in quanto può rilevarlo. Anche i difetti buccolinguali sono visibili (Fig. 2). Tuttavia è importante notare che anche in caso di completa separazione mesio-distale, senza coinvolgimento parodontale, dalla radiografia non si noterà nulla (Fig. 1). Questo è il motivo principale per cui molti pazienti passano da uno studio dentistico all'altro e tornano a casa senza aver ricevuto un trattamento appropriato. A volte i sintomi vengono alleviati quando parte del dente si stacca, in altri casi invece il risultato finale di un caso mal diagnosticato è un ascesso alveolare con tutte le sue complicazioni.

## CLASSIFICAZIONE

Sono state suggerite varie classificazioni (9, 14). Le seguenti, proposte da Williams (14), sembrano le più facili da seguire:

**Classe I:** l'incrinatura intacca smalto, dentina o polpa.

**Classe II:** l'incrinatura intacca smalto, dentina, polpa (necrotica), senza coinvolgimento di PDL.

**Classe III:** c'è coinvolgimento di PDL.

**Classe IV:** il dente è fratturato in due.

## TRATTAMENTO E PROGNOSI

Considerando le molte diverse possibilità è difficile proporre un programma preciso che includa un trattamento per tutti i singoli



period of observation that may vary according to the dentist's best judgement. The prognosis for these cases is excellent (Case No. 1).

Where the pulp is irreversibly affected, or if the crack has already invaded the pulp (Class I) immediate endodontic treatment is indicated. As mentioned before the tooth has to be taken out of occlusion and a proper restoration placed. Prognosis is very good (Case No. 2).

If the pulp is necrotic but there is no periodontal breakdown (Class II, the case is only done under patient's own risk and understanding that the long term prognosis is very guarded. The tooth has to be protected with an adequate temporary restoration and no final restoration is placed until the patient can be assured more or less that the prognosis is good. If an acute alveolar abscess is present it is advisable to extract the tooth.

Luebke (9) proposes the possibility of inducing hard tissue deposition on top of the crack with the help of calcium hydroxide mixed with antiseptics similar to apical closure procedures. The prognosis is very poor in these cases and the author has not been able to obtain the so called hard tissue deposition. Similar treatment modalities have been suggested by Stewart (10).

If the tooth is split in two (Class IV) the treatment will vary depending on the possibilities of maintaining the buccal or palatal roots in upper molars, and also if the fracture is oblique or not. In the presence of an oblique fracture it has to be assessed if the remaining tooth structure and bone support merits the time and effort to proceed with a crown lengthening procedure or forced eruption with orthodontic appliances.

As mentioned before all previous restorations should be removed. In the assumption of a crack, the portions should not be wedged to find out if a crack exists or not. The tooth is taken out of occlusion and depending upon the depth of the crack a decision has to be made by the dentist if it will be enough to place a sedative cement or if it will be necessary to explore the crack to its full depth. It is advisable to use a round bur to excavate the crack to avoid confusions that may arise when using a fissure bur.

**Case No. 1 - Upper first bicuspid. Patient: female 48 years of age. Been seen for the last two years complaining of discomfort in this area. No X ray image of problem.**



**Fig. 1**

**Case No. 2 - Typical images of apically induced fractures. X ray shows root split.**



**Case No. 3 - Lower right second molar with a buccolingual crack. Clinical view. X ray view shows crack similar to these of Yang Shue Fen (35).**



**Caso Nr. 1 - Primo premolare superiore. Paziente: donna di 48 anni. In cura da due anni, lamenta dolenzia in quest'area. L'immagine radiografica non evidenzia il problema.**



**Fig. 2**

**Caso Nr. 2 - Immagini tipiche di fratture indotte apicalmente. La radiografia evidenzia la rottura della radice.**



**Caso Nr. 3 - Secondo molare inferiore destro con incrinatura buccolinguale. Esame clinico. La radiografia mostra una fissurazione simile a quelle di Yang Shue Fen (35).**



casi possibili. Tuttavia si devono considerare due fatti:

**a** - la vitalità della polpa

**b** - se la polpa è danneggiata irreversibilmente o meno.

Se la polpa è vitale e presenta solo una reazione iperemica, si anestetizza il dente, si posiziona la diga di gomma e si rimuovono tutte le ricostruzioni presenti. Se l'incrinatura sembra solo superficiale, si adopera del cemento provvisorio e il dente viene scaricato dall'occlusione. È consigliabile l'uso di una matrice di rame o ortodontica, oppure di una corona provvisoria per evitare che l'incrinatura si approfondisca. Se il dente rimane asintomatico dovrebbe venire ricostruito dopo un periodo di osservazione che può variare a seconda del parere del dentista (Caso n°1).

Nel caso in cui la polpa sia danneggiata irreversibilmente o l'incrinatura abbia già invaso la polpa (Classe I), è opportuno eseguire immediatamente un trattamento endodontico. Come abbiamo detto in precedenza si deve scondare il dente dall'occlusione ed eseguire una ricostruzione appropriata. La prognosi è molto buona (Caso n°2). Se la polpa è necrotica ma non c'è coinvolgimento parodontale (Classe II), il

caso procede solo sotto la responsabilità del paziente, con la consapevolezza che la prognosi a lungo termine è riservata. Il dente viene protetto con una ricostruzione provvisoria e non viene eseguita la ricostruzione finale fin quando il paziente possa essere assicurato che la prognosi è buona. Se è presente un ascesso alveolare acuto è consigliabile estrarre il dente.

Luebke (9) suggerisce la possibilità di indurre la deposizione di un tessuto duro sulla sommità dell'incrinatura, con l'aiuto di idrossido di calcio, mescolato con antisettici simili alle procedure di chiusura apicale. La prognosi è negativa e l'autore non è stato in grado di ottenere la cosiddetta deposizione di tessuti duri. Stewart ha suggerito modalità di trattamento simili (10).

Se il dente è fratturato in due (Classe IV) il trattamento varia in base alle possibilità di mantenere le radici buccali o palatali dei molari superiori e anche a seconda se la frattura è obliqua o meno. In presenza di una frattura obliqua deve essere stabilito se la struttura del dente rimasta e il supporto osseo meritano il tempo e lo sforzo di procedere con una procedura di allungamento della corona, oppure con un'eruzione forzata con apparecchi ortodontici.

Come detto in precedenza, si dovrebbero rimuovere tutte le ricostruzioni precedenti. Se si sospetta la presenza di una incrinatura, non si dovrebbero spingere le parti per verificare se esista veramente. Il dente viene scaricato dall'occlusione e a seconda della profondità dell'incrinatura il dentista deve prendere una decisione: se ci sarà abbastanza spazio per porre un cemento con proprietà analgesiche, oppure se sarà necessario esplorare l'incrinatura per tutta la sua profondità. È consigliabile utilizzare una fresa rotonda per scavare l'incrinatura evitando la confusione che può provocare l'uso di una fresa a fessura.

**Case No. 4 - Patient 52 years of age, discomfort to cold and hot stimulus. Amalgam and decay in lower right second molar. Crack is clearly seen towards the distal. Zoe cement placed and temporary crown. Patient recalled in 6 months time, asymptomatic. Final crown suggested.**

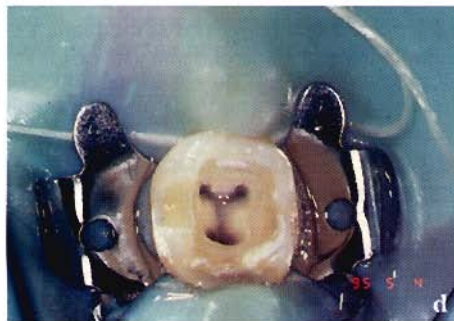
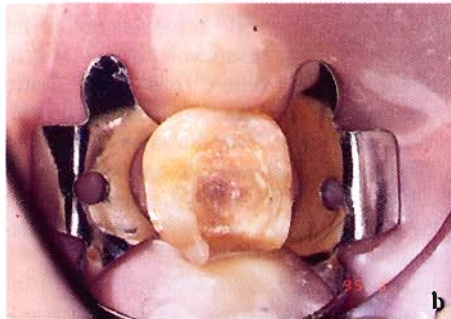
**Caso Nr. 4 - Paziente di 52 anni, dolenzia al caldo e freddo. Ricostruzione dell'amalgama e processo carioso del secondo molare destro inferiore. La fissurazione si può vedere chiaramente dal punto di esame distale. Sono stati utilizzati cemento Zoe e una corona provvisoria. Il paziente è stato visitato di nuovo dopo 6 mesi, risultando asintomatico. È stata suggerita una corona definitiva.**





**Case No. 5 - Patient, female, 24 years of age. Sensitivity to cold and hot stimuli. Sensitive to biting. Crack seen clearly to the distal. Nothing unusual in X ray film.**

**Caso Nr. 5 - Paziente donna, di 24 anni. Ipersensibilità a freddo e caldo e alla masticazione. Si può vedere distintamente la fissurazione dal lato distale. La radiografia non evidenzia nulla di insolito.**



**Case No. 6 - Patient, female 56 years of age. Seen as an emergency due to necrosis and gangrene. Emergency access cavity opened by referring dentist. Final case and 6 months post op.**

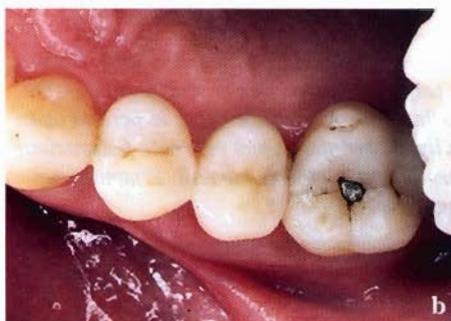
**Caso Nr. 6 - Paziente donna di 56 anni. Visitata per un'emergenza causata da un elemento a polpa necrotica. La cavità di accesso è stata aperta dal dentista invitante. Caso finale a 6 mesi dopo l'operazione.**



**Case No. 7 - Typical CTS case. Patient male 60 years of age. Extreme sensitivity to cold heat and biting. No X ray information except discrete periodontal breakdown. Second bicuspid split in half.**



**Caso Nr. 7 - Tipico caso di CTS. Paziente uomo di 60 anni. Estrema sensibilità a caldo, freddo e masticazione. La radiografia non fornisce informazioni, tranne che un certo coinvolgimento parodontale. Il secondo premolare è fratturato.**



**Case No. 8 - Patient 58 years of age, female. Complaints of loose tooth. Second bicuspid with perio involvement. Tooth split in two. No signs on X ray.**



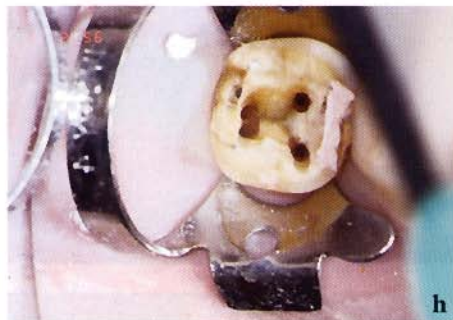
**Caso Nr. 8 - Paziente di 58 anni, donna. Lamenta senso di mobilità dentale. Il secondo premolare ha un interessamento parodontale. Il dente è fratturato in due. La radiografia non evidenzia nulla.**





**Case No. 9 - Patient male, 62 years of age.**  
 Complain of discomfort upon mastication,  
 edema, necrotic pulp. No X-ray indication of  
 CTS except bone loss in distal. Crack seen in  
 mesial and distal aspect. Poor prognosis.

**Caso Nr. 9 - Paziente uomo, 62 anni.**  
 Lamenta dolenzia alla masticazione. Edema  
 e polpa necrotica. Non ci sono segni di CTS  
 nella radiografia, tranne per la perdita ossea  
 a livello distale. Si può vedere la fissurazione  
 negli aspetti mesiali e distali. Prognosi  
 negativa.



## LITERATURE REVIEW

- 1 - Gibbs JW. *Cuspal Fracture Odontalgia*. Dental Digest, April 1954, 158-60
- 2 - Ritchey B, Mendenhall R, Orban B. Pulpitis resulting from incomplete tooth fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1957; 10: 665-70
- 3 - Cameron CE. Cracked Tooth Syndrome. *J Am Dent Ass* 1964; 68: 405-11
- 4 - Hiatt WH. Incomplete crown root fracture in pulpal periodontal disease. *J Periodont* 1973; 44: 369-79
- 5 - Linaburg RG, Marshall JF. The diagnosis and treatment of vertical root fractures: report of case. *J Am Dent Ass* 1973; 86: 679-83
- 6 - Cameron CE. The cracked tooth syndrome. Additional findings. *J Am Dent Ass* 1976; 93: 971-5
- 7 - Polson AM. Periodontal destruction associated with vertical root fracture. Report of four cases. *J Periodont* 1977; 48: 27-32
- 8 - Lin LM, Lamgeland K. Vertical root fracture. Case report. *J Endodon* 1982; 8: 558-62
- 9 - Luebke RG. Vertical crown root fractures in posterior teeth. *Dent Clin North Am* 1984; 28: 883-94
- 10 - Stewart GG. The detection and treatment of vertical root fractures. *J Endodon* 1988; 14: 47-53
- 11 - Ehrmann EH, Tyas MJ. Cracked tooth syndrome: diagnosis, treatment, and correlation between symptoms and post extraction findings. *Australian Dent J* 1990; 35: 105-112
- 12 - Llamas CR, Jimenez PA, Radigales Valls ML. Posible origen embriológico de las fracturas incompletas coroneales de dientes sin enfermedad previa (síndrome de diente fracturado/Cracked tooth syndrome). *Quintessence* 1994; 7
- 13 - Schilder H. Personal communications and class notes. *BUSGD*
- 14 - Williams J. Personal communications and class notes. *BUSGD*
- 15 - Dewberry JA. Vertical fractures of posterior teeth. In: *Endodontic Therapy*. 4th Ed. CV Mosby Co. 1989; 62-73
- 16 - Amsterdam M. Transactions of the Fifth International Conference on Endodontics. In: Grossman L, Brown WS, Jacobs HR, Thompson RE. Thermal fatigue in teeth. *J Dent Res* 1972; 51: 461
- 17 - Dewberry JA. In: *Endodontic Therapy*. Weine F, St. Louis: ed. 2 The CV Mosby Co. 1976; 13
- 18 - Hiatt WH. Pulpal periodontal disease. *J Periodont* 1977; 48: 598
- 19 - Markley MR. Cited by Dilts WE in *Crazing of tooth structure associated with placement of pins for amalgam restorations*. *J Am Dent Ass DDR* 1970; 81: 387.
- 20 - Markley MR. Pin retained and reinforced restorations and foundations. *Dent Clin North Am*. 1967; 229
- 21 - Schilder H. In: Grossman LI, ed. *7 Endodontic practice*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1970; 456
- 22 - Silvestri AR. The undiagnosed split root syndrome. *J Am Dent Ass* 1976; 92: 930
- 23 - Standlee JP, Caputo AA, Collard EW. Retentive pin installation stresses. *Dent Pract and Dent Record* 1970; 21: 417
- 24 - Standlee JP, Collard EW, Caputo AA. Dentinal defects caused by some twist drills and retentive pins. *J Prosthetic Dentistry* 1970; 24: 185
- 25 - Standlee JP, Caputo AA, Collard EW, Pollack MH. Analysis of stress distribution by endodontic posts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 33: 952
- 26 - Sturdevant CM, Barton HE, Braner JC. *The art and science of operative dentistry*. New York: Mc Graw Hill Book Co., 1968; 57
- 27 - Sutton PRN. Greenstick fracture of the tooth crown. *Brit Dent J* 1962; 362
- 28 - Brown WS, Jacobs HR, Thompson RE. Thermal fatigue in teeth. *J Dent Res* 1972; 51: 461
- 29 - Dilts WE, Welk DA, Laswell HR, Lawrence G. Crazing of tooth structure associated with placement of pins for amalgam restorations. *J Am Dent Ass* 1970; 81: 387
- 30 - Natkin E. In: Ingle J. *Endodontics*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1965; 566
- 31 - Mahler DB, Terkla LG. Analysis of stress in dental structures. *Dent Clin North Am* 1958; 789
- 32 - Viener AE. Fractured teeth: a cause for odontalgia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 20: 594
- 33 - Sinai IH, Katz HR. Management of vertical root fracture. *J Endodon* 1978; 4: 316-7
- 34 - Weisman MI. The twenty five cents crack detector. *J Endodon* 1978; 4: 222
- 35 - Yang SF, Rivera EM, Walton RE. Vertical root fracture in nonendodontically treated teeth. *J Endodon* 1995; 21: 337-9
- 36 - Walton RE, Michelich RJ, Smith GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *J Endodon* 1984; 10: 48-56