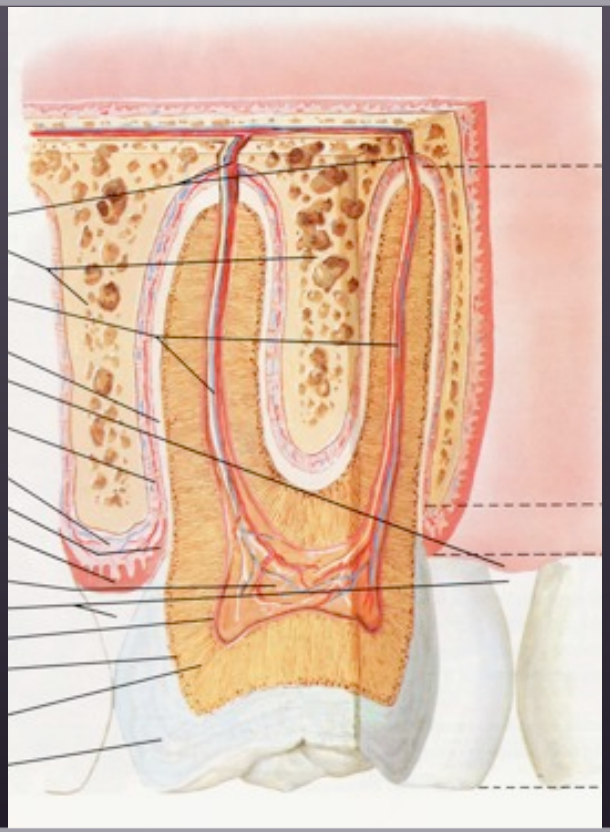
UNIVERSITA' degli STUDI di TORINO
Dipartimento di Scienze Biomediche e Oncologia Umana
Dental School - Insegnamento di Odontoiatria Conservativa
Dott. N. Scotti

Conservativa I

Istologia dei tessuti duri dentari

ANATOMIA NORMALE

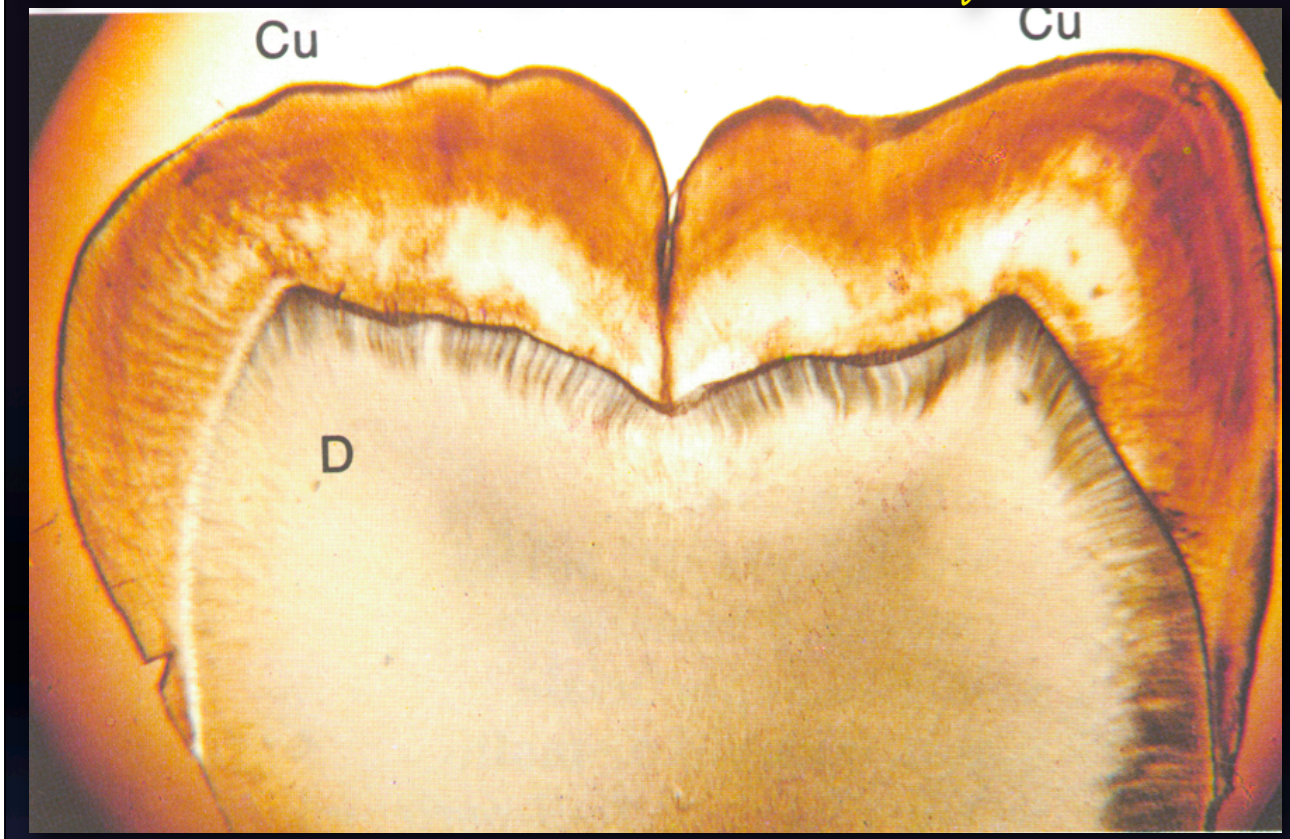


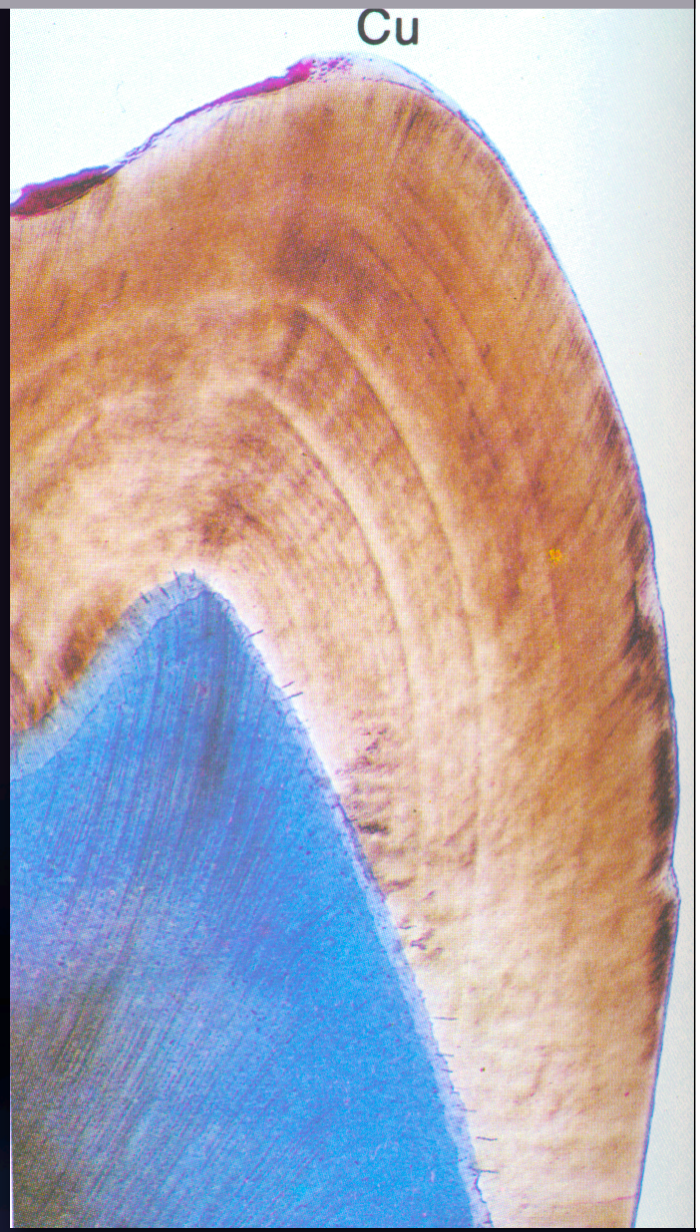
LO SMALTO

odontoiatria conservativa tenta di riprodurre colore, tessitura superficiale, traslucenza e profilo

LO SMALTO

- è il tessuto più duro dell'organismo (Knoop 343)
- forma la corona dei denti e protegge dentina e polpa
- cuspidi (spessore 2,5–2 mm), solchi e fossette





SOLCO ADI

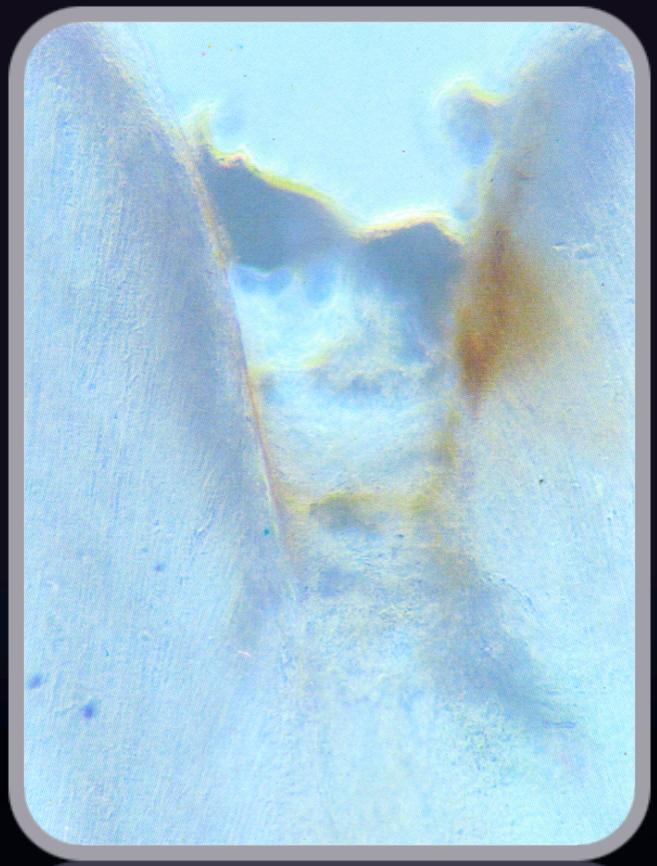
- rappresenta il 20% dei solchi
- su 100 lesioni cariose l'84% interessa i solchi occlusali e solo il 16% le superfici prossimali

SOLCO AD U

- 15% dei solchi

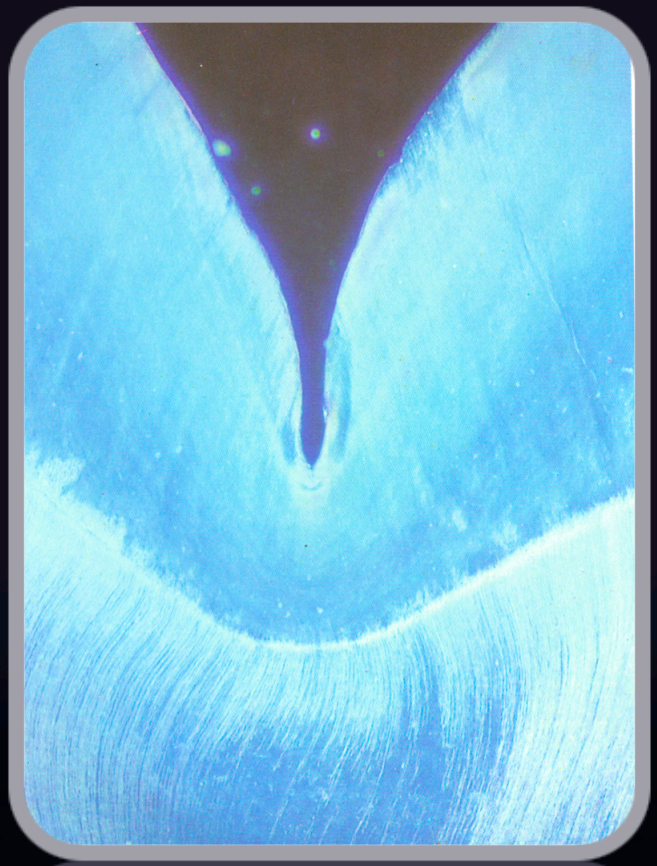
SOLCO A V

- 40% dei solchi

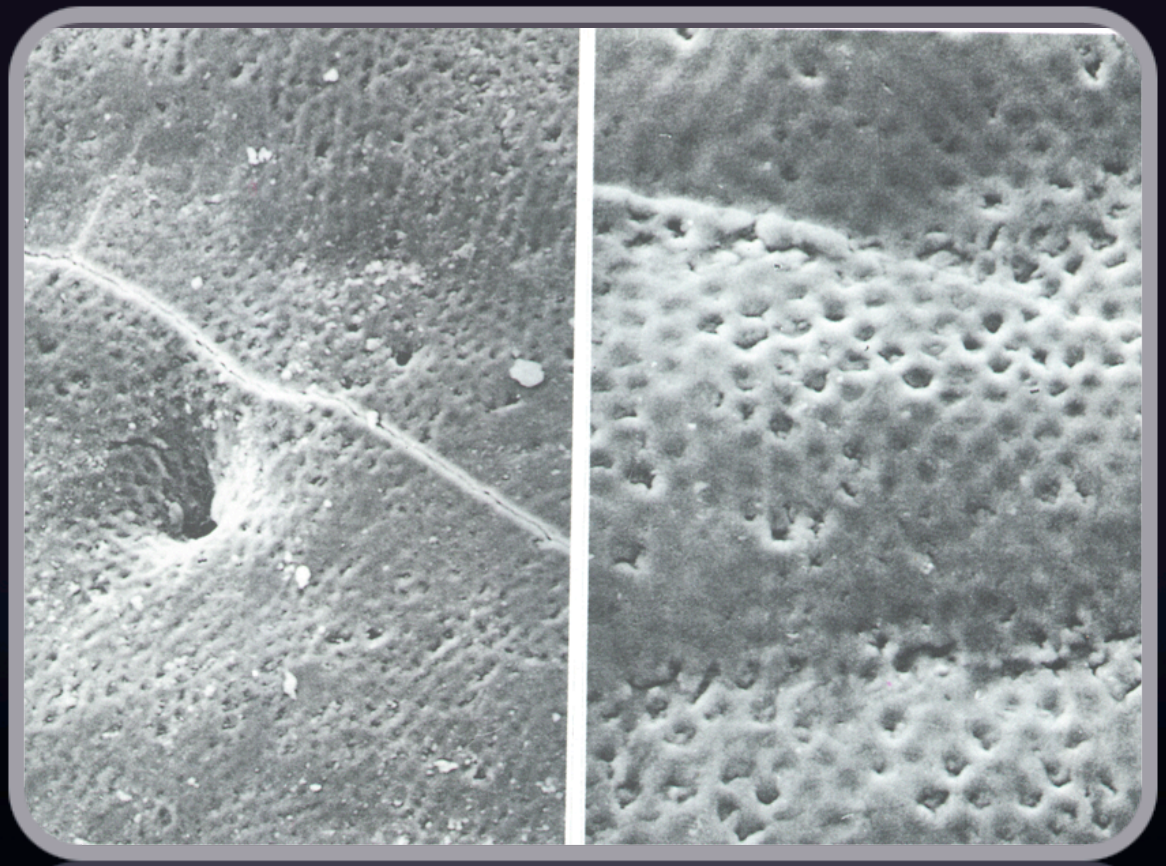


SOLCO A GOCCIA

- 10% dei solchi



SMALTO SUPERFICIALE



- idrossiapatite tende ad assorbire ioni F
- dopo l'eruzione va incontro a maturazione tardiva
- impronte dei prismi

STRUTTURA DELLO SMALTO

- 96% inorganico
- matrice organica
- 4-12% acqua negli spazi intercristallini
- semipermeabile

STRUTTURA DELLO SMALTO

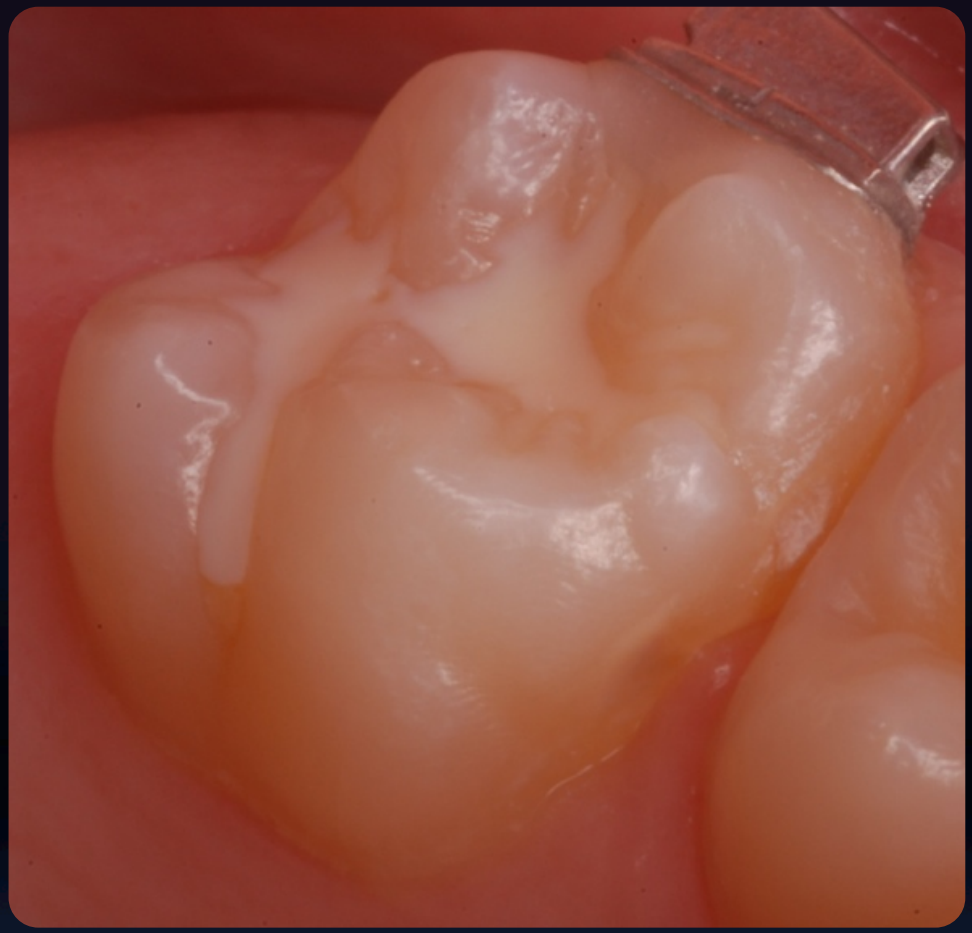
SEMIPERMEABILE
= tridimensionale

- demineralizzazione e rimineralizzazione
- captazione di fluoro
- bleaching therapy

DISIDRATAZIONE

- aspetto gessoso e più chiaro della superficie, reversibile con la reidratazione

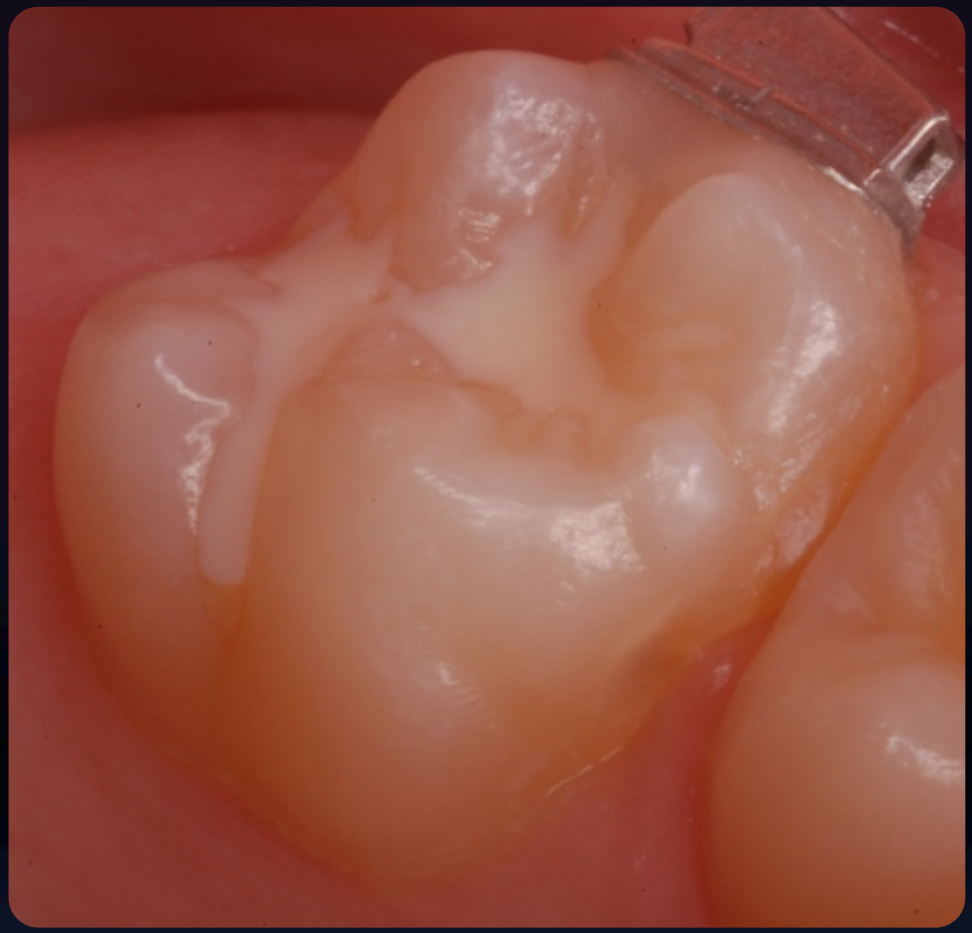
WHITE SPOT



Subsurface enamel porosity from demineralization is manifested clinically by a milky white opacity termed a white spot lesion

4–5 years

WHITE SPOT



182 white lesions

(Backer Diirks O. JDR 1966)

9% cavitated

26% unchanged

51% clinically sound

LO SMALTO

USURA

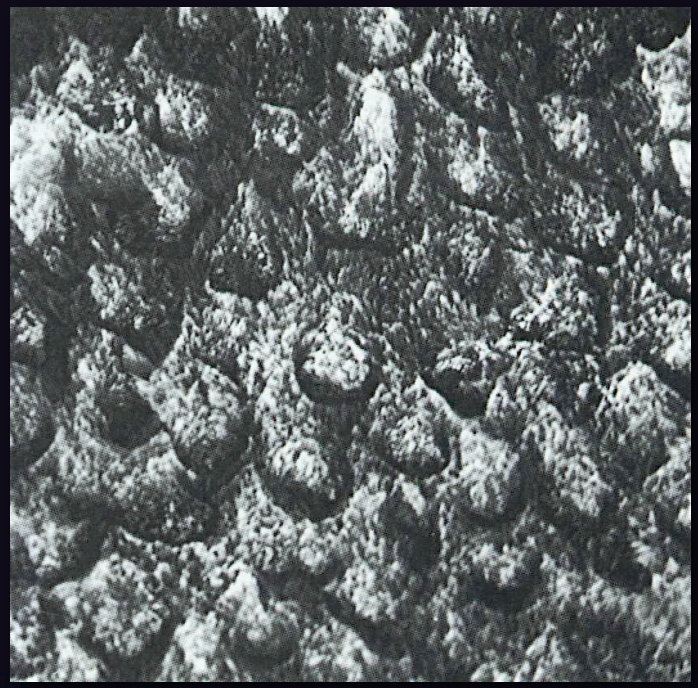
29 MICRON all'anno

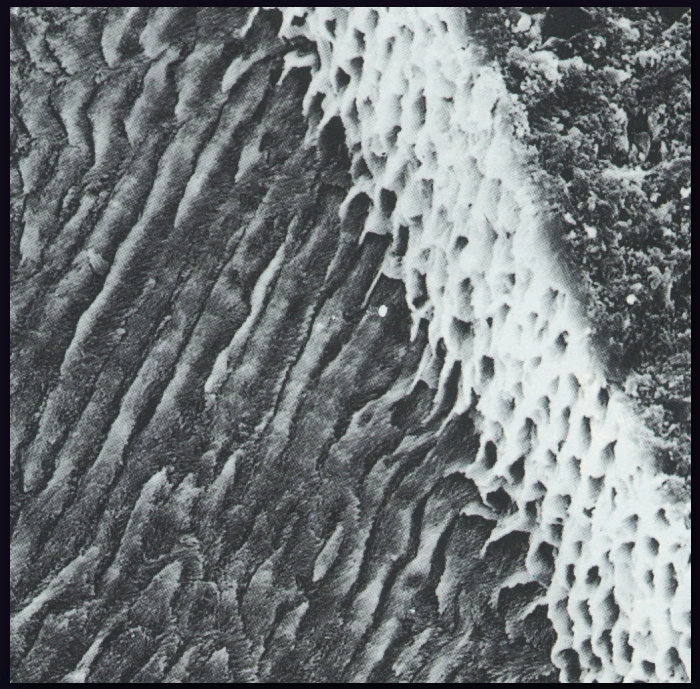
RESTORATIVE MATERIALS
PARAFUNCTIONS
DIETARY HABITS

STRUTTURA DELLO SMALTO

- prisma (unità fondamentale) 30-40 mila/mmq
- guaina del prisma (organica, estesa per 3/4)
- sostanza interprismatica
- mordenzatura acida crea anfrattuosità
- paralleli tra loro e perpendicolari alla superficie

MORDENZATURA ACIDA DELLO SMALTO





iniziale 10 micron espone prismi

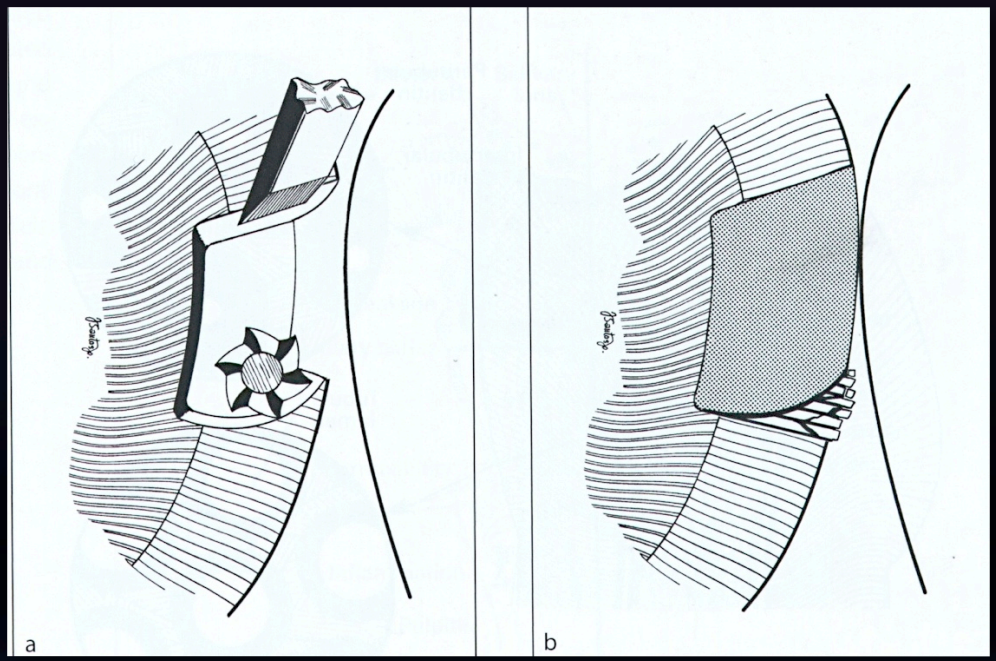
macroporosità

superficie ritentiva aumenta di 10-20 volte

resin tags penetrano per 20 micron

LO SMALTO

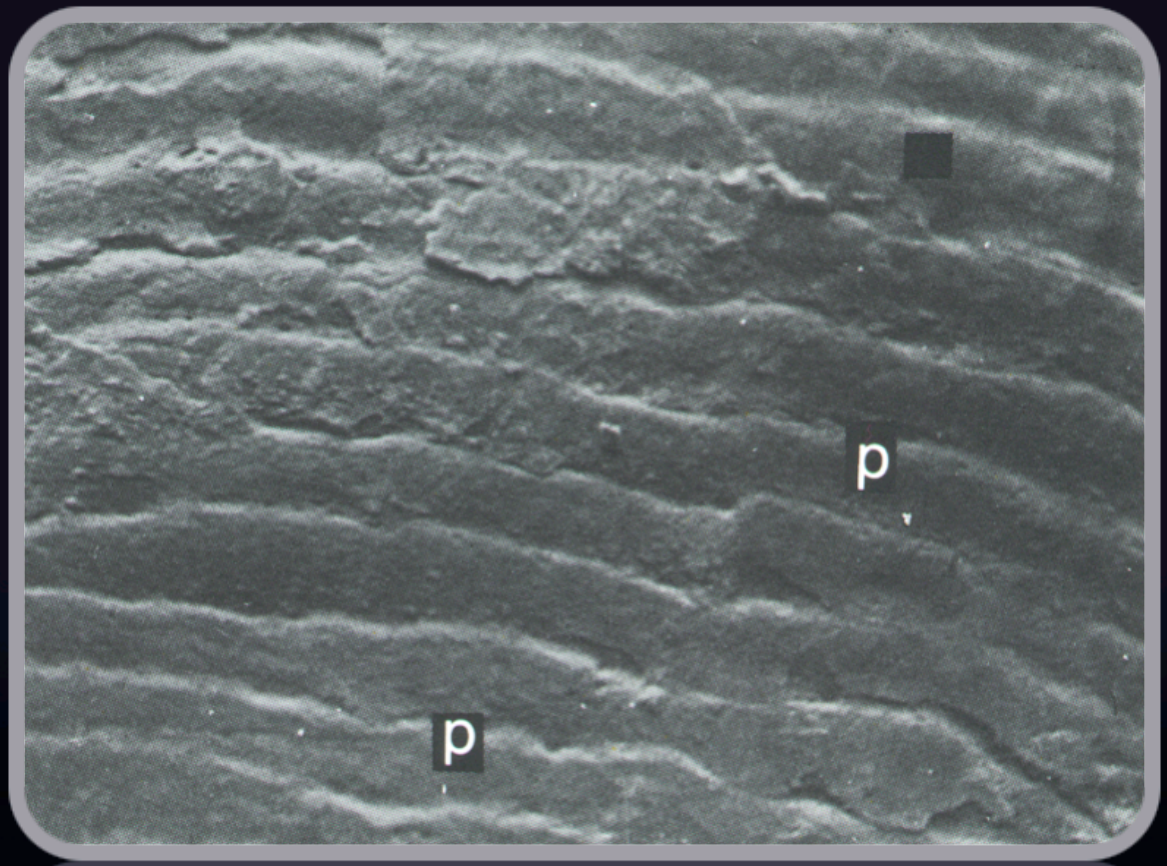
TENSILE BOND STRENGTH



- struttura del prisma è naturale piano di clivaggio
- 11,4 MPa: inferiore in prismi non sostenuti

LINEE INCREMENTALI – PERICHIMATA

- esprimono l'evoluzione ritmica della formazione dello smalto
- hanno decorso obliquo rispetto alla superficie e ai prismi dello smalto

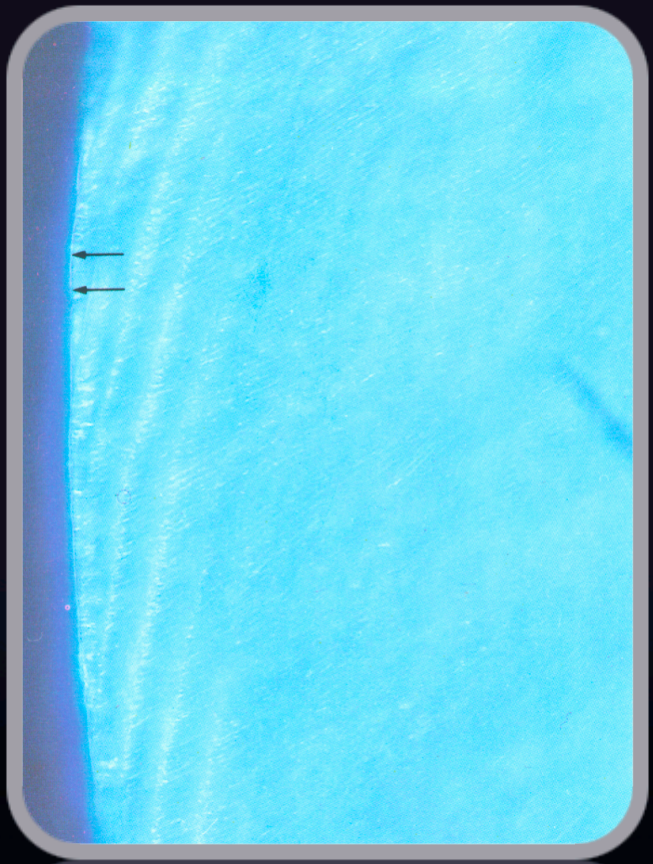


LO SMALTO

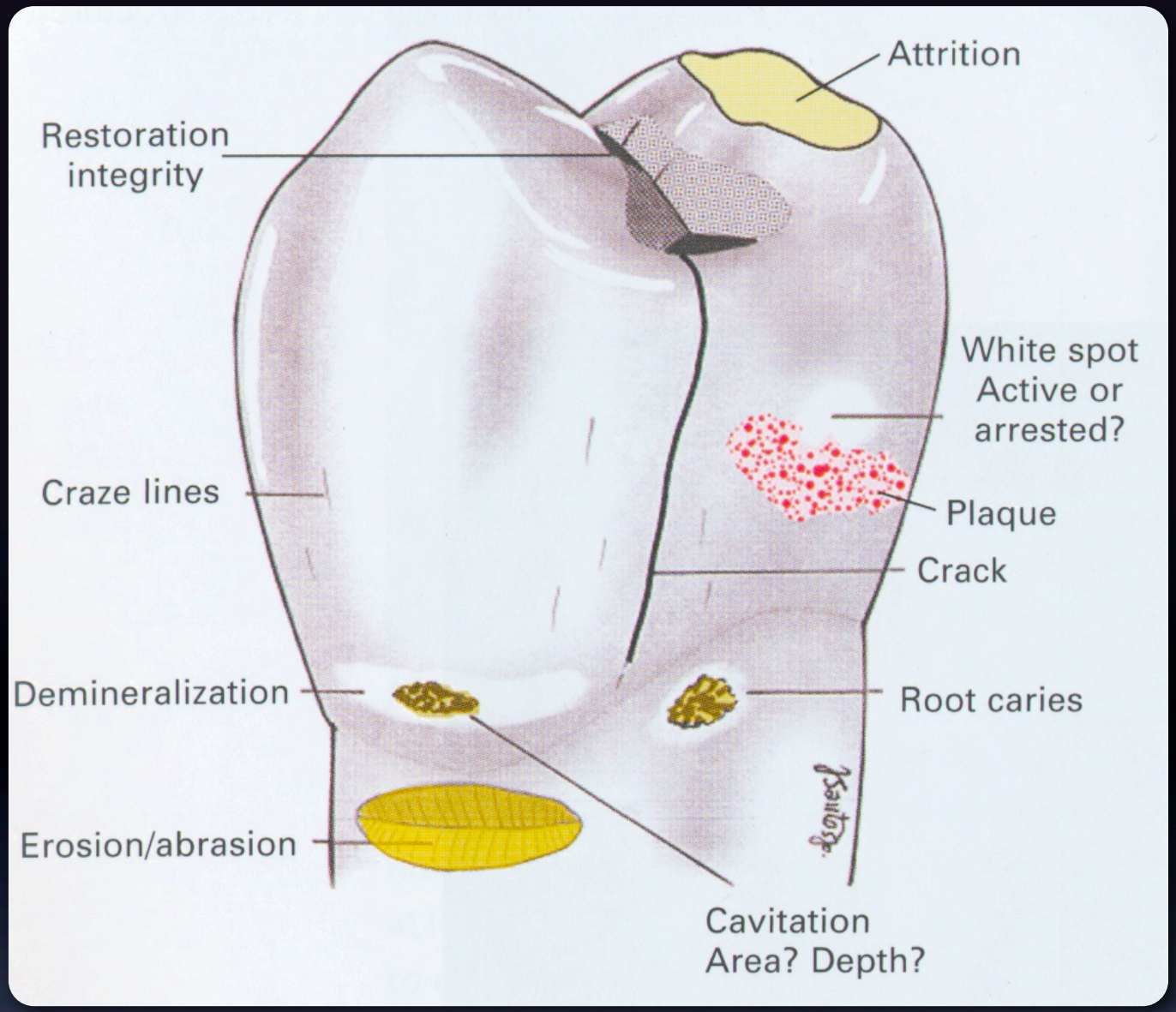
LINEE INCREMENTALI - PERICHIMATA

LINEE INCREMENTALI – PERICHIMATA

- le perichimata sono determinate sulla superficie esterna dalla terminazione delle linee incrementali



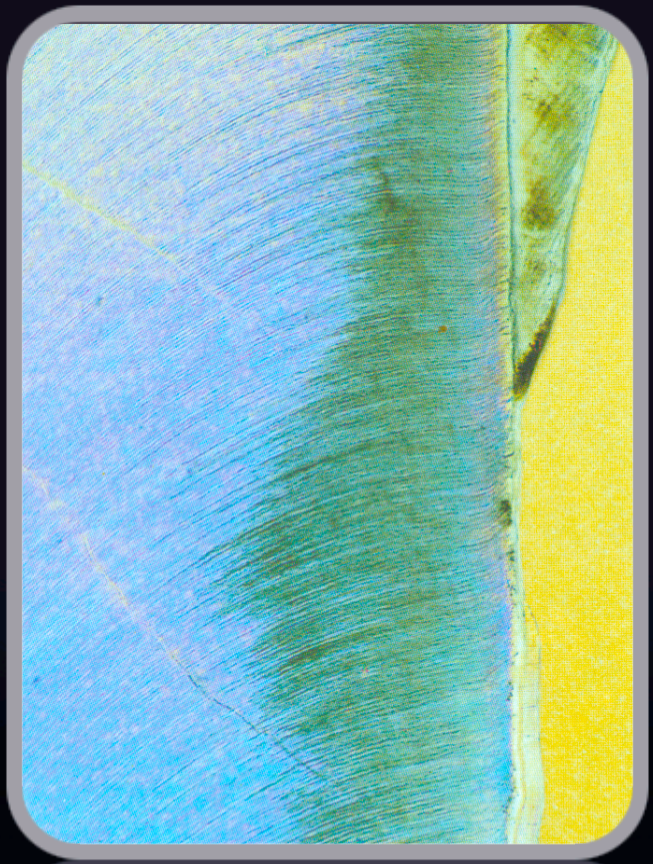
...e nell'attivita' clinica?



caratteristiche di superficie e difetti

giunzione smalto-cemento

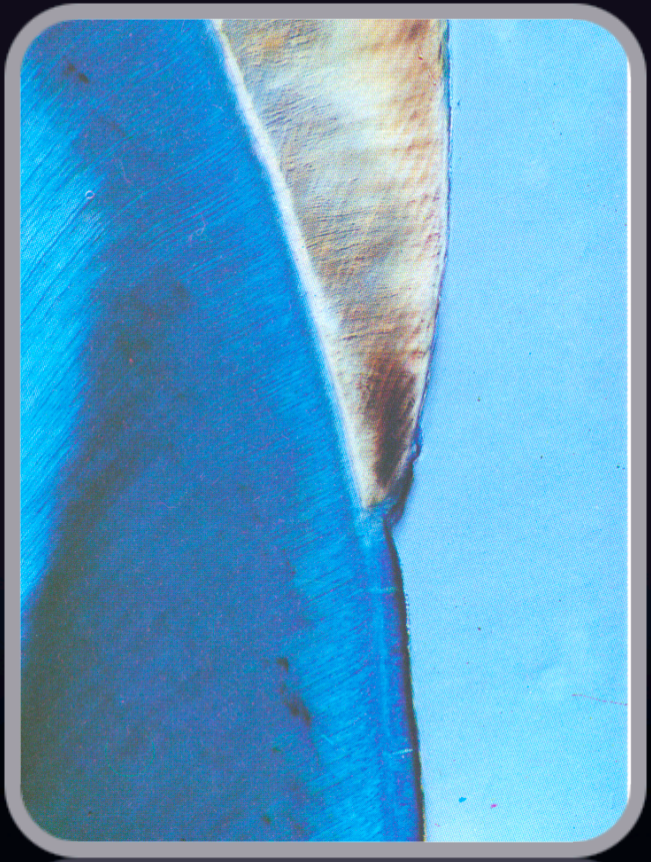
corrispondente 30%



giunzione smalto-cemento

cemento su smalto

60%



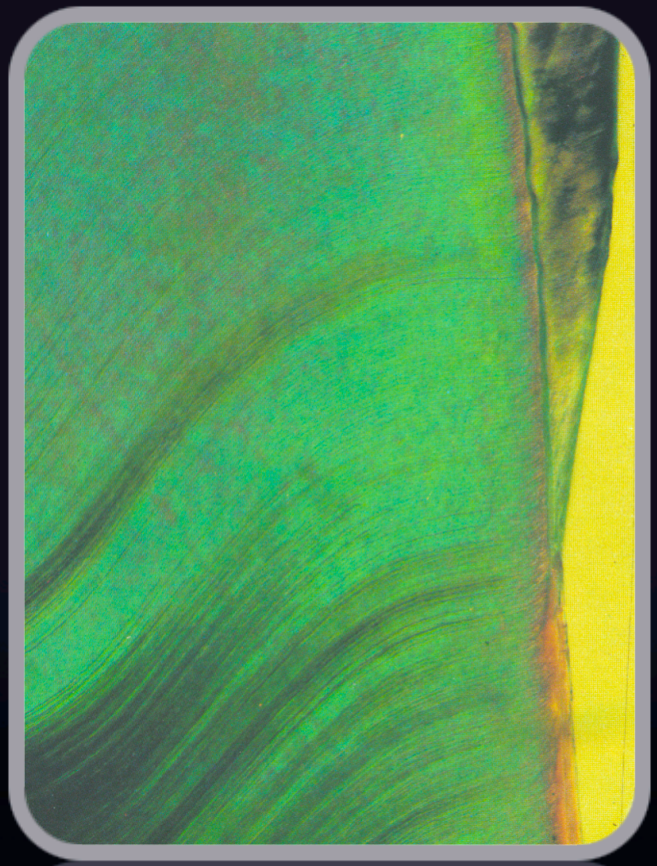
giunzione smalto-cemento

cemento mancante

10%

LA DENTINA

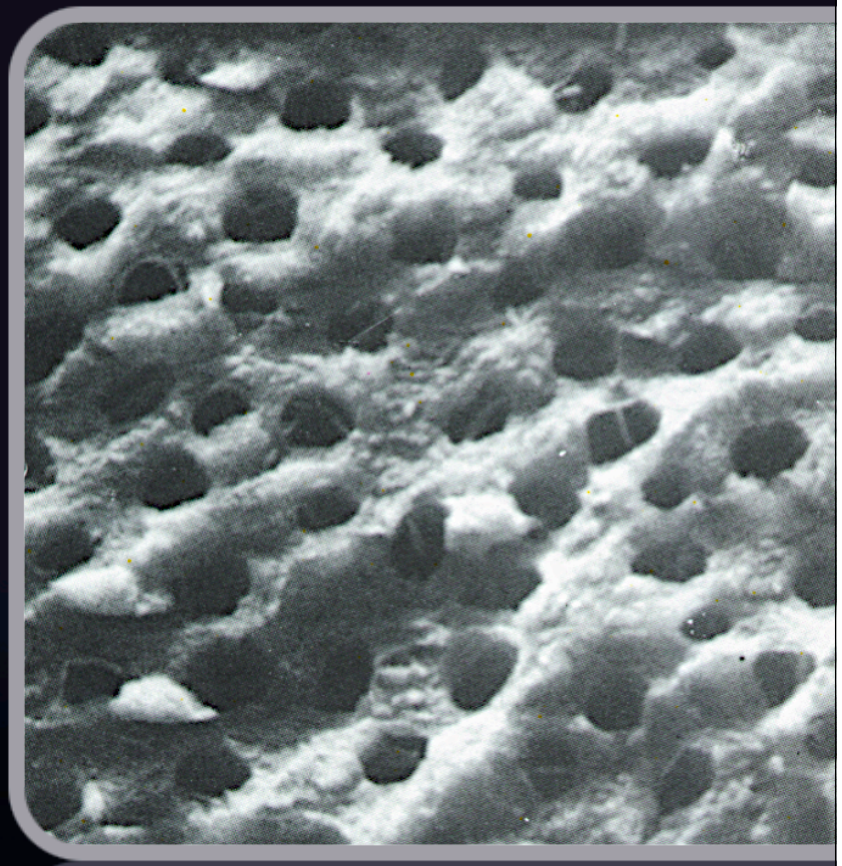
- nella corona è coperta da smalto e nella radice da cemento
- è un tessuto duro (70% inorganico)
- intreccio di fibrille collagene mineralizzate tra le quali si trovano i tubuli dentinali (andamento a S)
- fornisce colore e supporto elastico allo smalto



LA DENTINA

TUBULI DENTINALI

- si irradiano dalla polpa (45-58 mila/mmq, diametro 2-3 micron) alla periferia (19-20 mila/mmq, diametro 0.6-0.9 micron), dove minore è la permeabilità
- sono una possibile via di comunicazione tra la camera pulpare e l'esterno
- il fluido dentinale ha una pressione positiva verso l'esterno di 5-20 mmHg



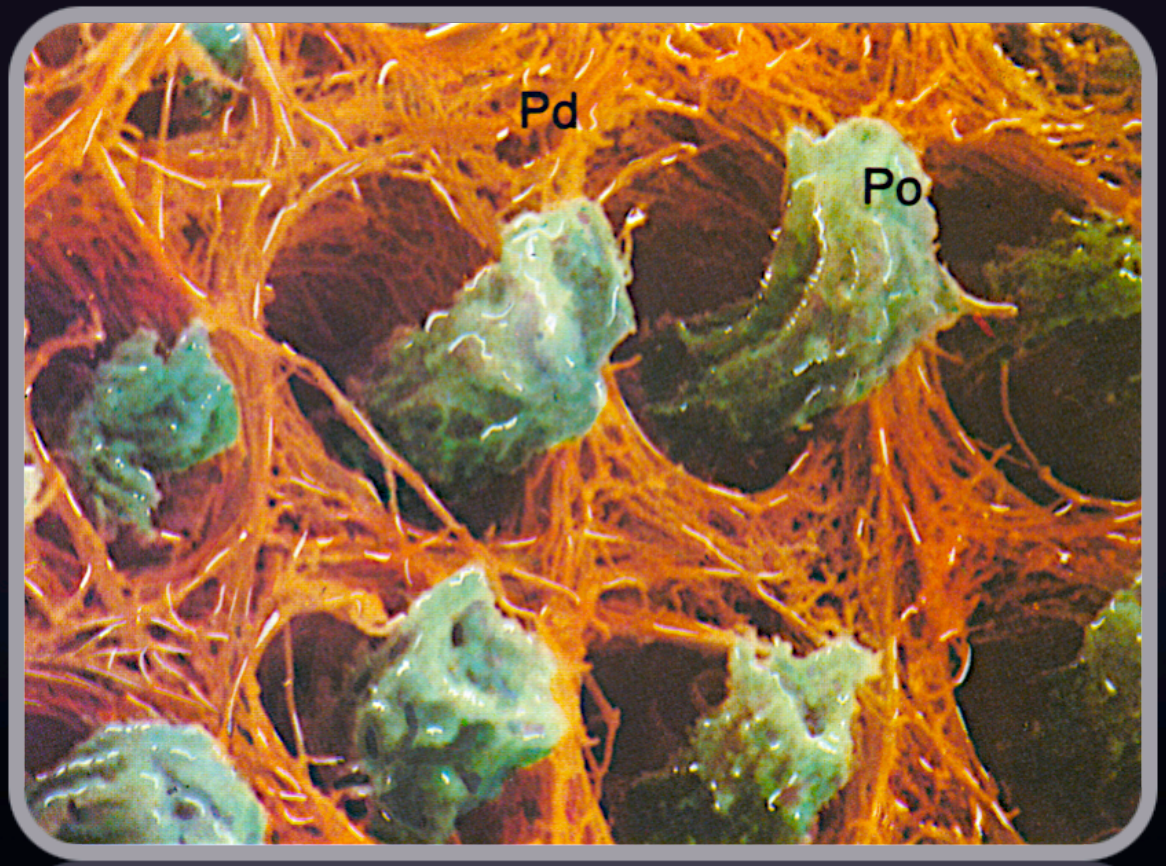
LA DENTINA

TUBULI DENTINALI

- ogni tubulo contiene un processo odontoblastico (1mm) immerso nel fluido dentinale, separati dallo spazio periodontoblastico
- tra polpa e dentina c'è uno strato di 15-40 micron di tessuto non mineralizzato, la predentina

LA DENTINA

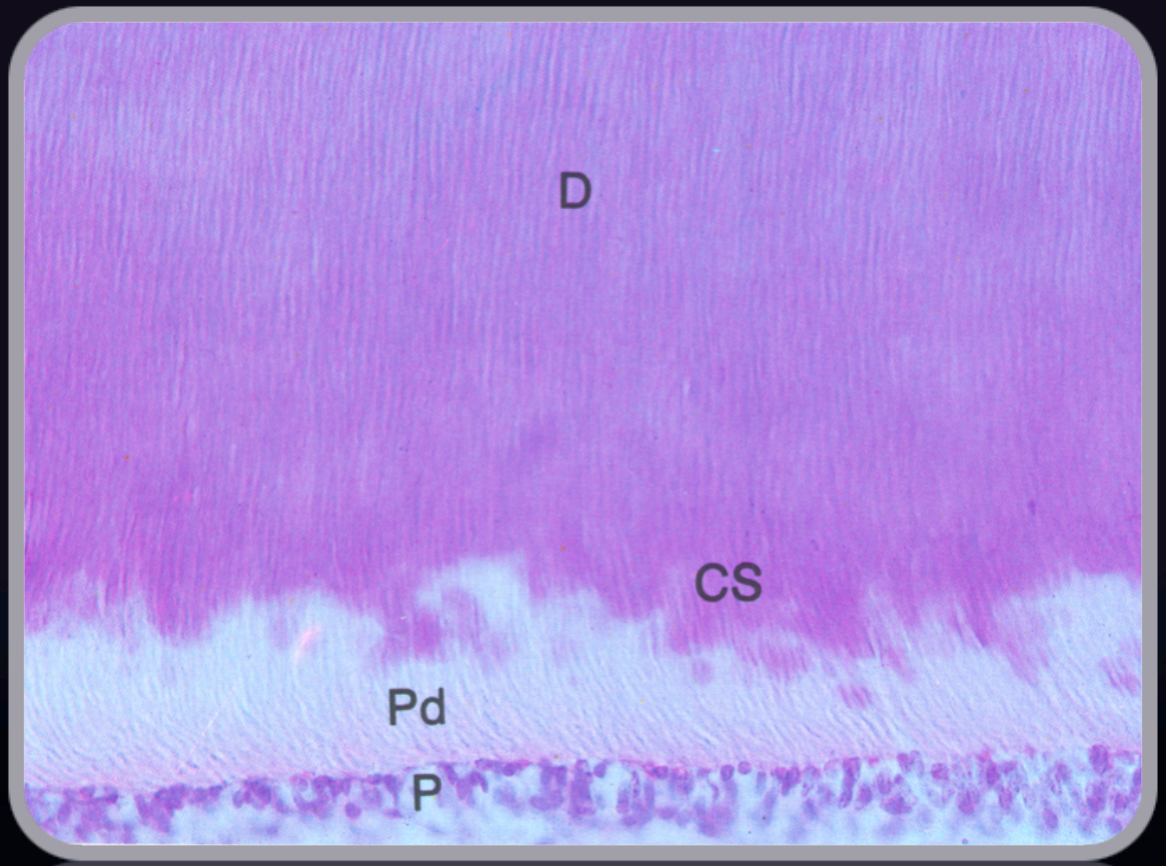
PREDENTINA



- è formata dagli odontoblasti
- il suo spessore è costante per tutta la vita del dente

LA DENTINA

PREDENTINA



P = polpa

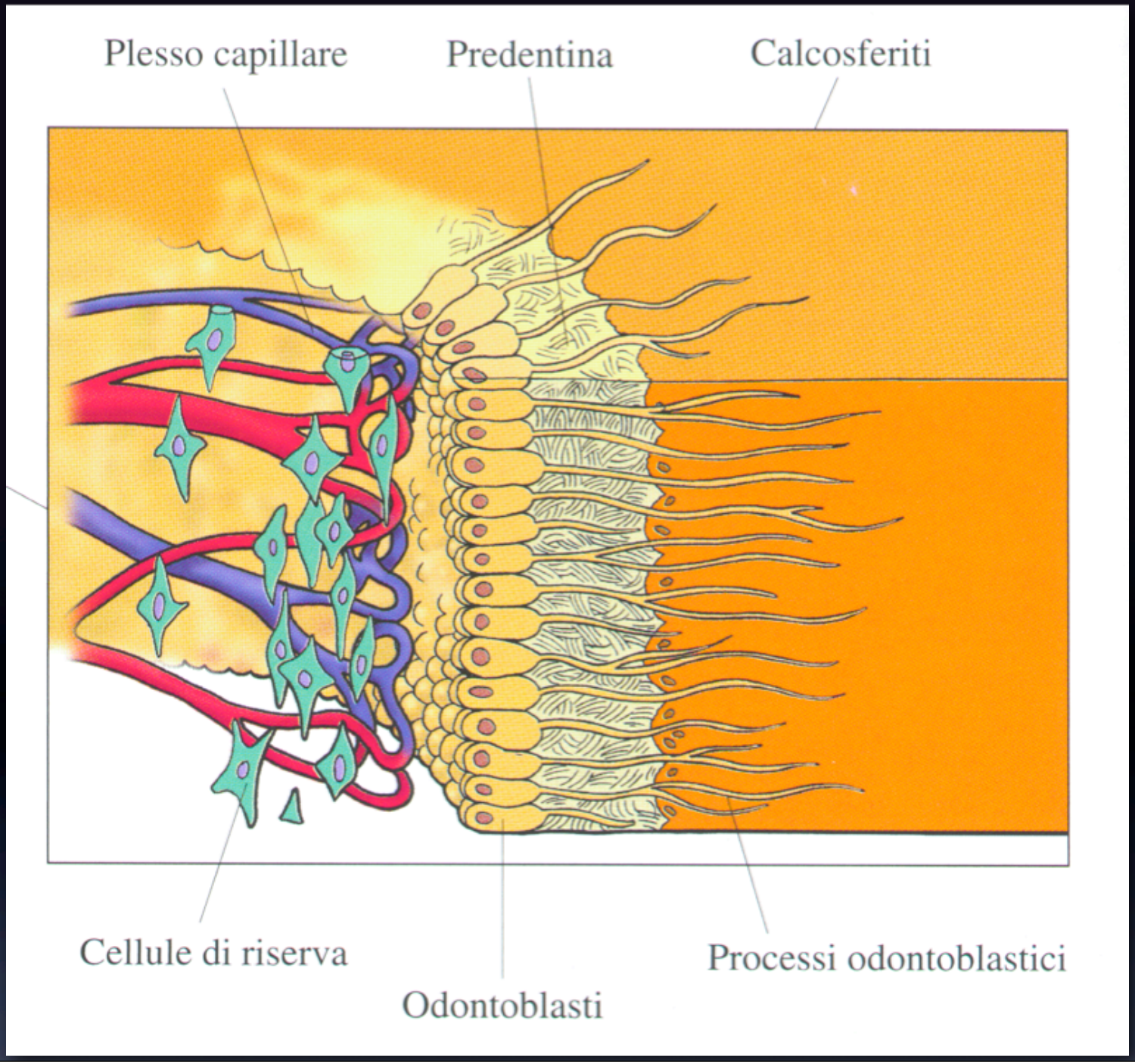
Pd = predentina

CS = calcosferiti

D = dentina

LA DENTINA

PREDENTINA

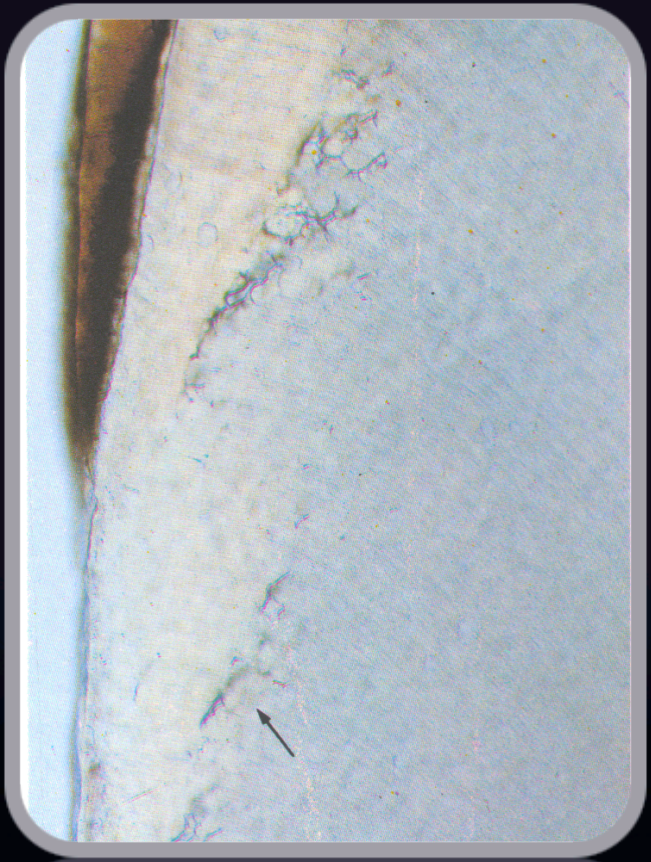


LINEE INCREMENTALI

- distanziate 4-6 micron (incremento giornaliero)
- appaiono come bande gialle e fluorescenti in chi ha assunto tetracicline

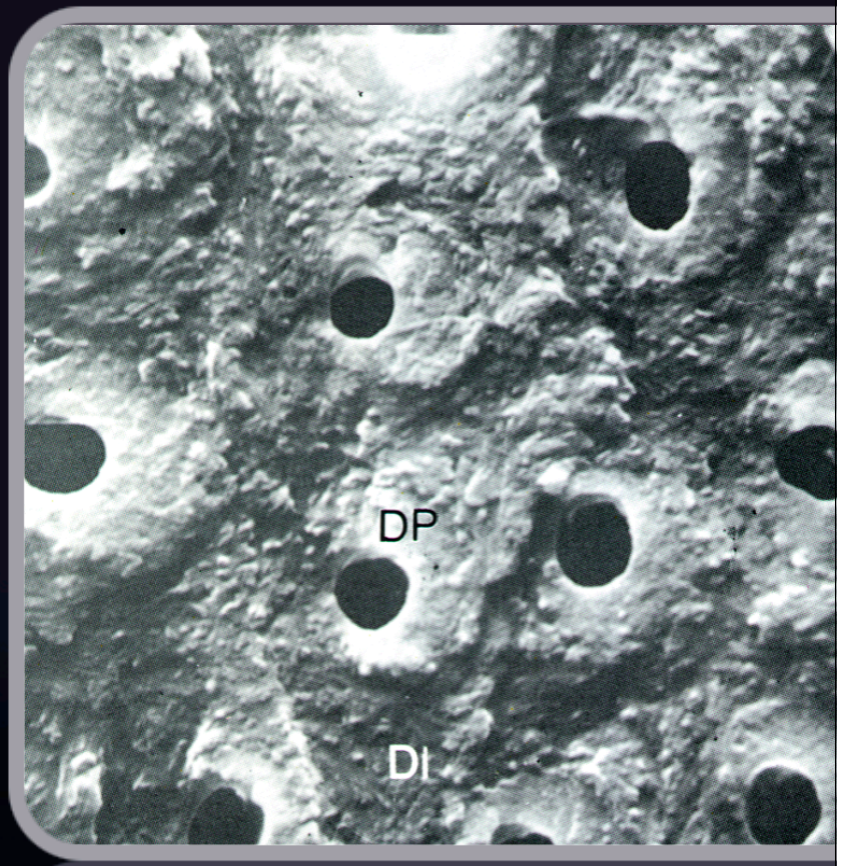
DENTINA INTERGLOBULARE

- nel terzo esterno della corona
- piccole aree ipocalcificate
- può estendersi nella radice
- parallela alla giunzione smalto-dentina



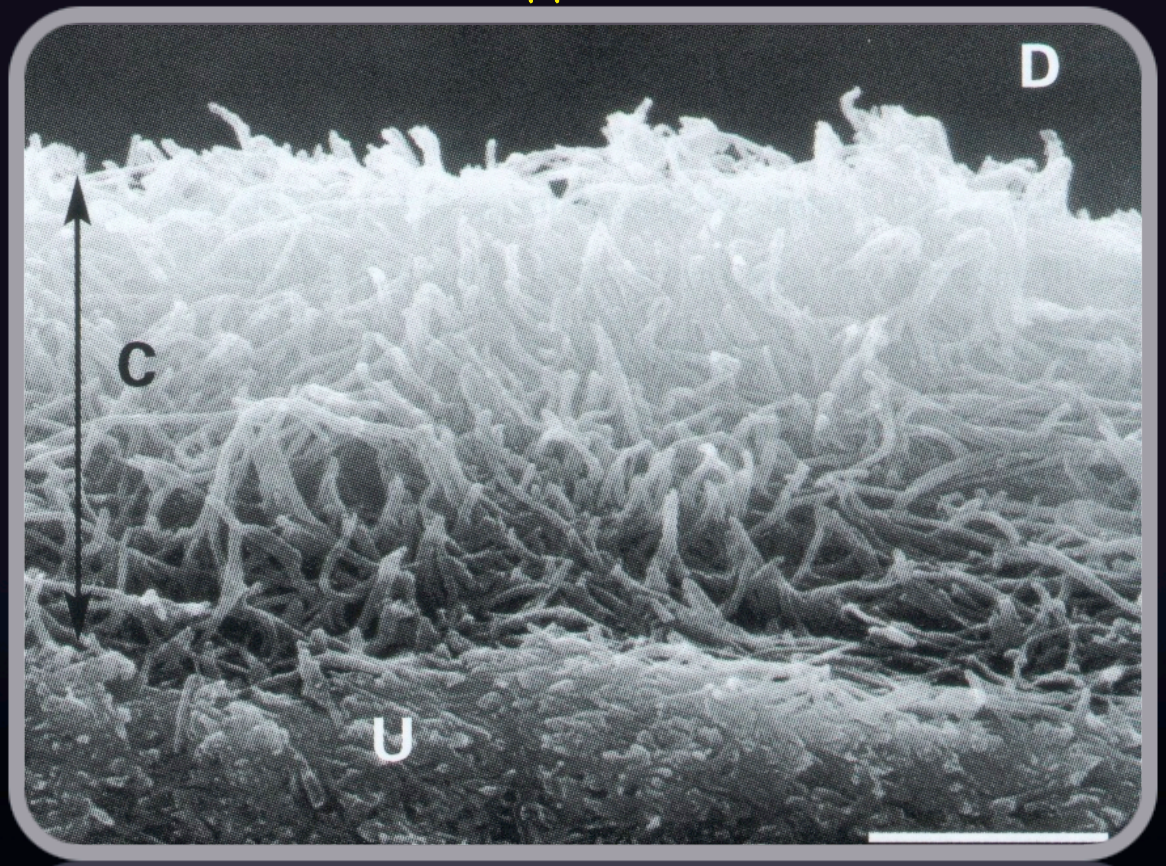
DENTINA PERITUBULARE E INTERTUBULARE

- la dentina peritubulare è più calcificata della dentina intertubulare
- la dentina intertubulare costituisce la maggior parte della dentina, è prevalentemente costituita da collagene



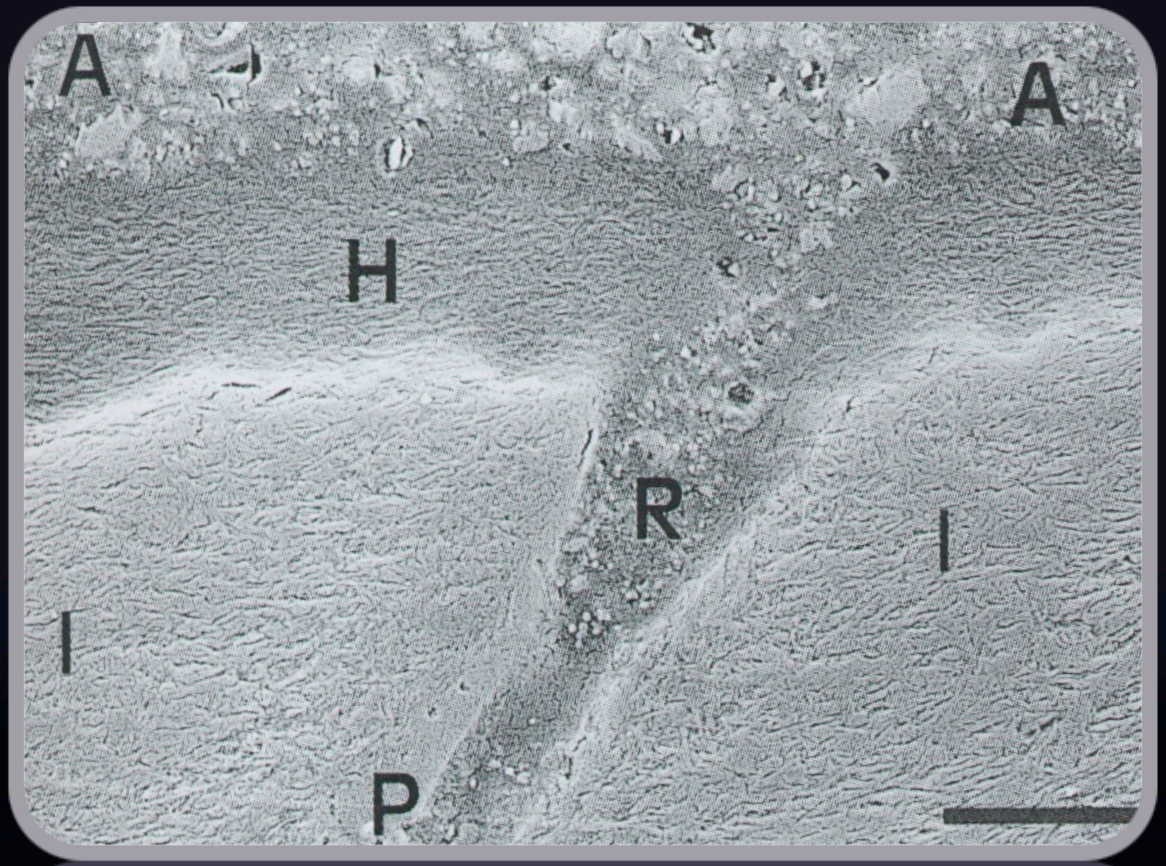
STRATO IBRIDO

u= uneffected dentin



- trattamento con H_3PO_4 al 36% per 15 sec.
- 3-5 micron di dentina demineralizzata (C) (fibrille collagene prive di idrossiapatite)
- network ritentivo negli spazi inter-fibrillari di 20 nm

STRATO IBRIDO



A= adhesive resin

H= hybrid layer

R= resin tag

I= intertubular dentin

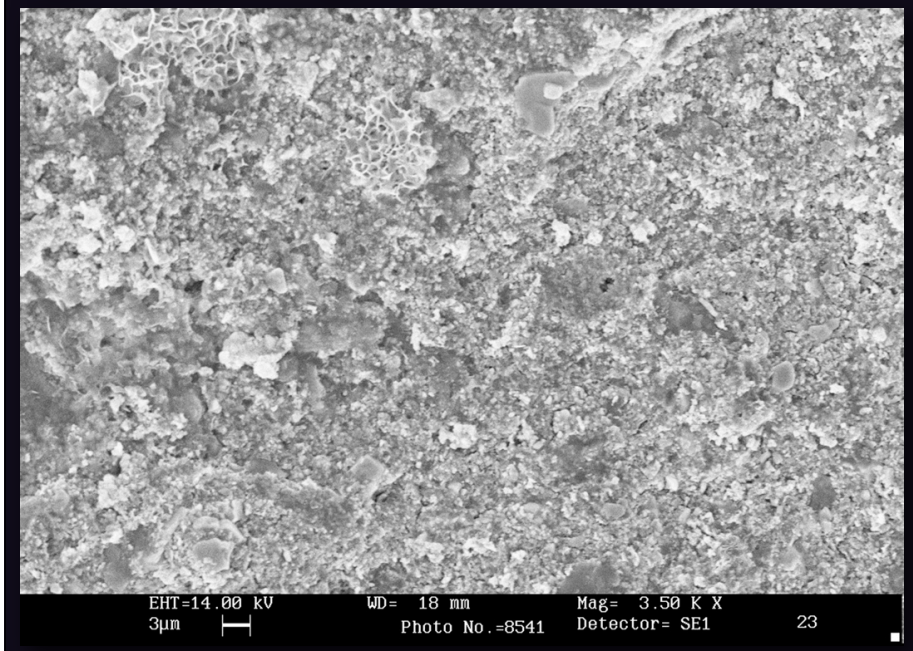
P= peritubular dentin

Resin tags

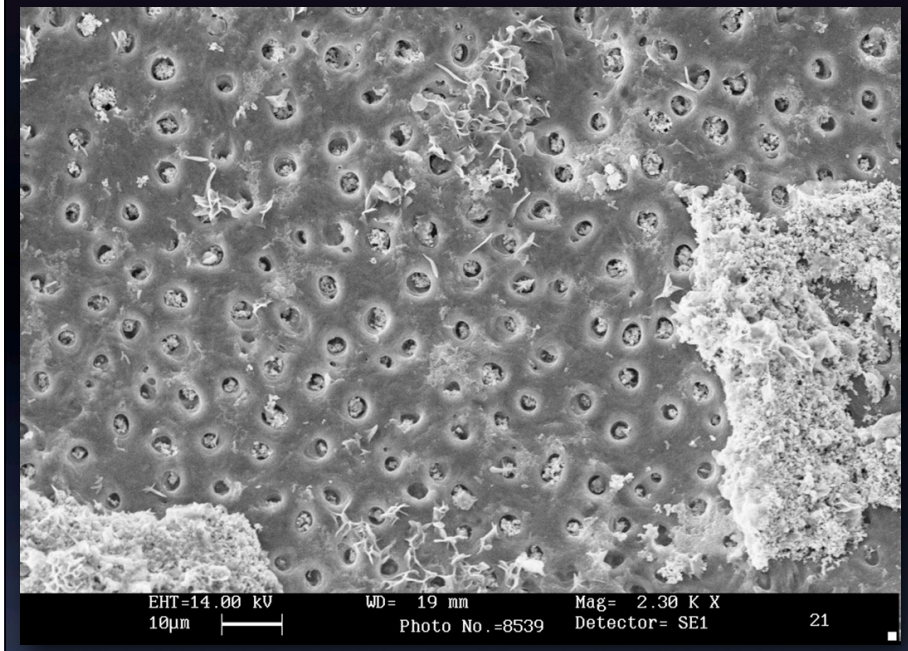
- contribuiscono per il 15% al bond strenght
- il loro ruolo nell'adesione alla dentina non è così critico come nello smalto

LA DENTINA

SMEAR LAYER

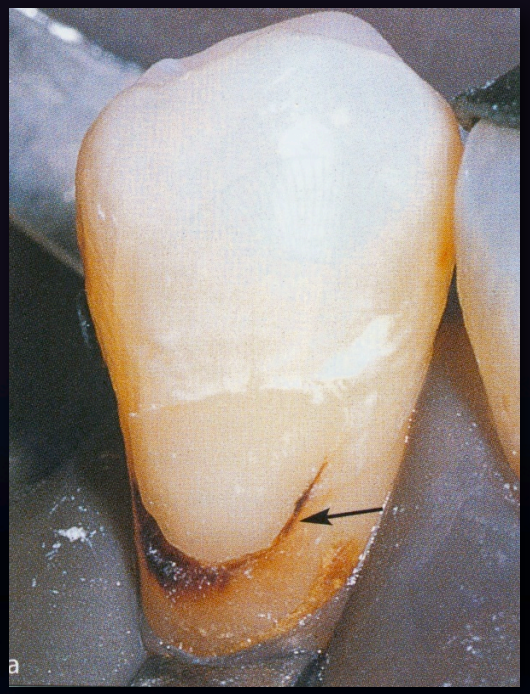


prodotto dalla preparazione della cavità con strumenti rotanti



per l'adesione sono necessari tubuli pervi (viene rimosso con la mordenzatura)

INTERFACCIA DENTINA-RESTAURO

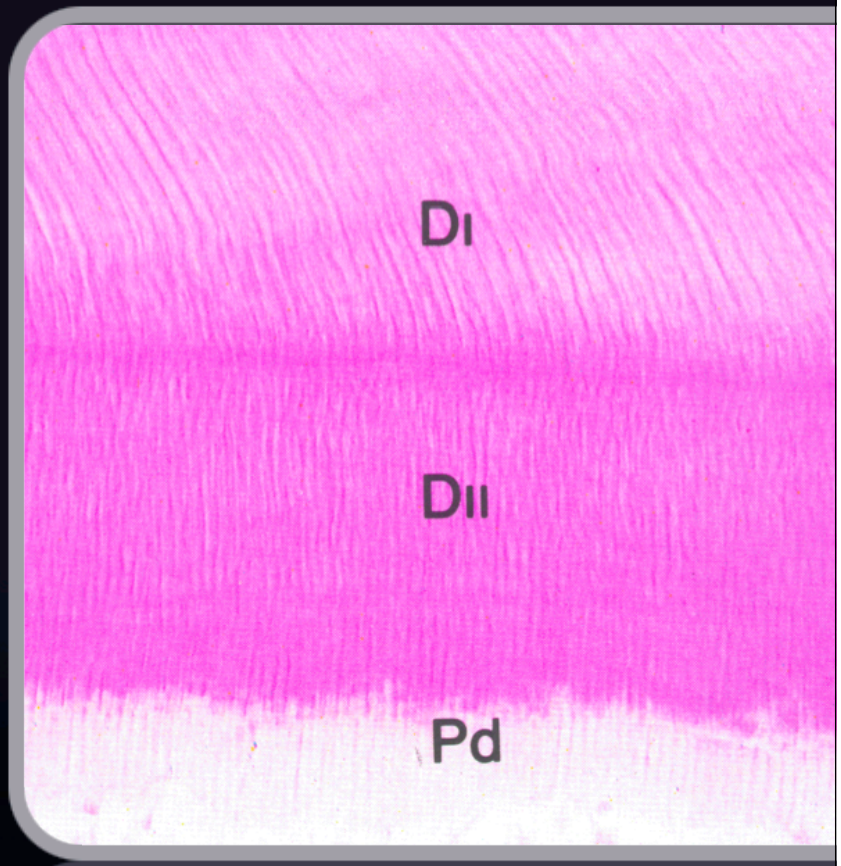


E' il punto debole

Nessun materiale garantisce un sigillo ermetico completo

Espansione termica e capillarità espongono a micro-leakage

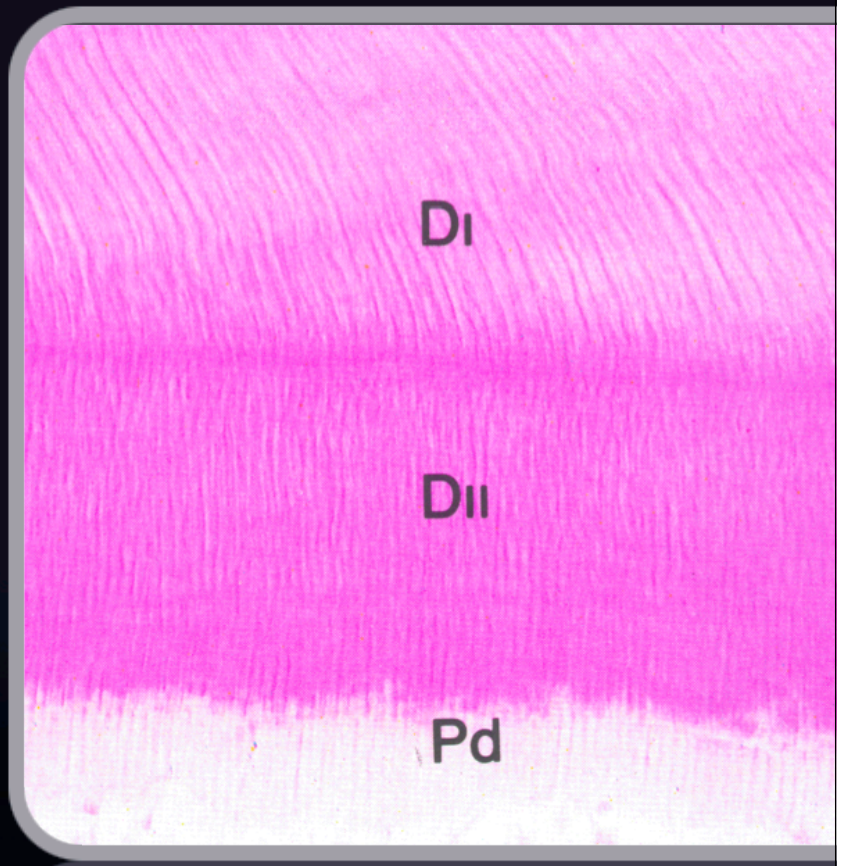
Substrati dentinali



LA DENTINA

DENTINA PRIMARIA E SECONDARIA (FISIOLOGICHE)

- quando il dente erompe è formato da dentina primaria DI
- la dentina secondaria DII si forma dopo l'eruzione per tutta la vita (1-2 micron giornalieri)
- lo sviluppo della radice si completa 2-3 anni dopo l'eruzione dentaria



LA DENTINA

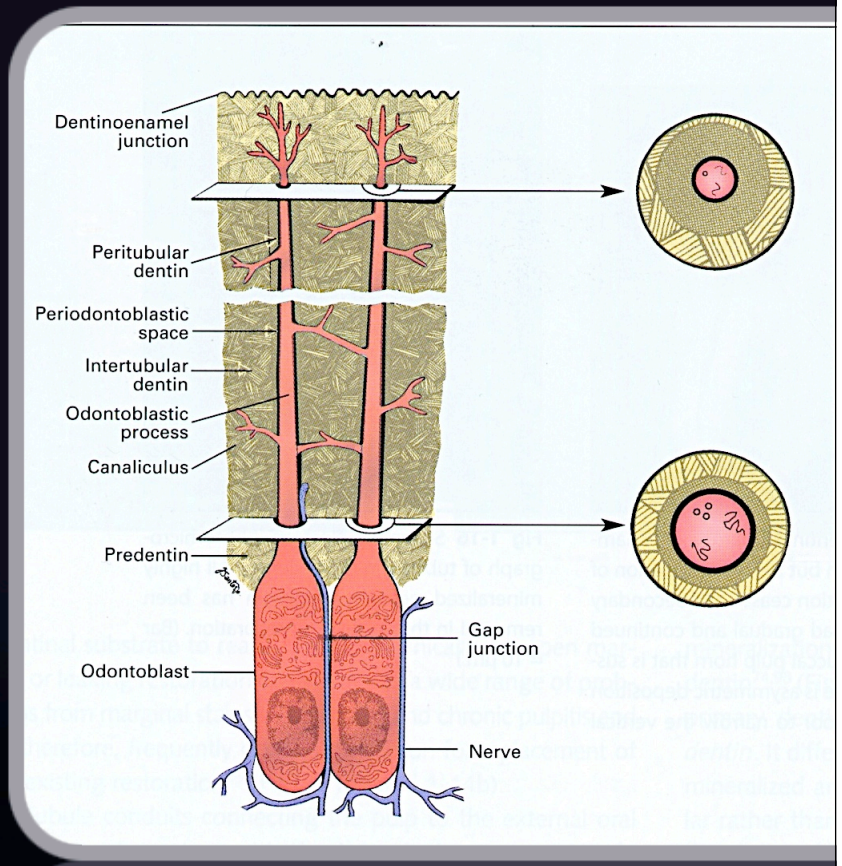
DENTINA PRIMARIA E SECONDARIA (FISIOLOGICHE)

- riduzione del volume della camera pulpare

LA DENTINA

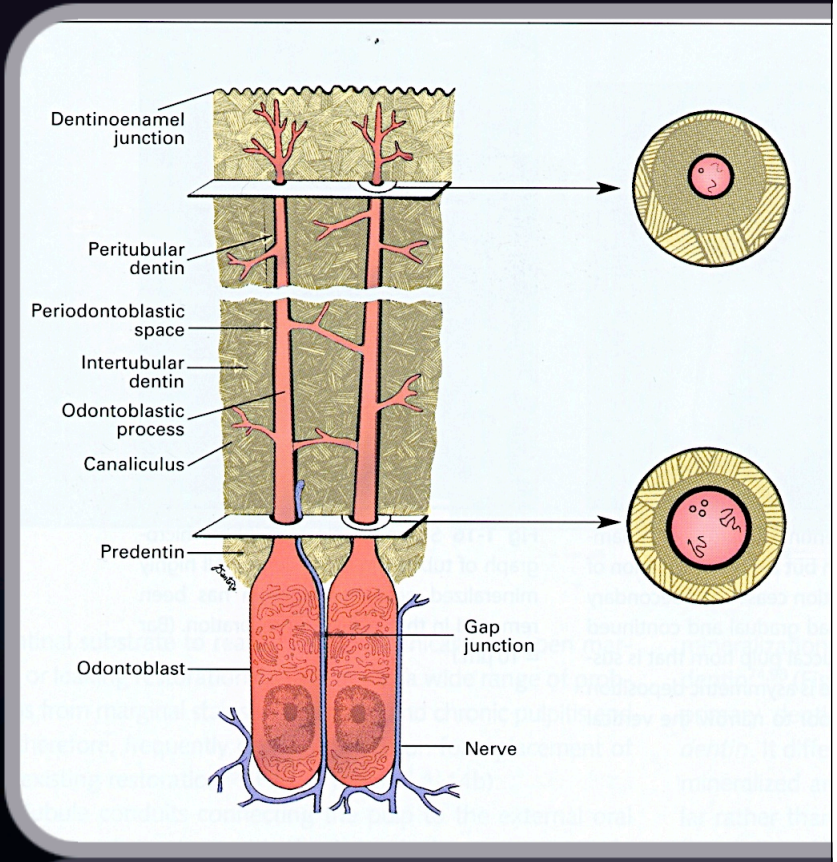
DENTINA INTERNA ED ESTERNA

- DENTINA ESTERNA presenta minore densità dei tubuli e di minor calibro
- nei 250 microns esterni: fitta trama di canalicoli collaterali intertubulari (scambio ionico e molecole bioattive rilasciate dalla matrice)
- condizionamento della dentina esterna: lateral branches
- Preparazione di cavità che lascia spessore residuo 2mm non crea danno diretto al complesso pulpo-dentinale



DENTINA INTERNA ED ESTERNA

- DENTINA INTERNA presenta maggiore densità e calibro dei tubuli. Minore dentina intertubulare e maggiore permeabilità: >22 volte
- preparazione di cavità profonda può esporre al rischio di danno cellulare e pulpare



DENTINA SCLEROTICA

- abrasione, attrito, erosione da sostanze acide (dieta o fluidi gastrici), stress occlusale può portare a perdita di smalto, dentina e cemento
- Noncarious cervical lesions (NCCL)
- E' caratterizzata da ipermineralizzazione o chiusura dei tubuli ad opera dei cristalli di whitlockite o denaturazione del network di fibre collagene

DENTINA SCLEROTICA

- Di aspetto lucido e di colore giallognolo scuro (lesione a cuneo o colpo d'ascia) Noncarious cervical lesions (NCCL)
- Può evocare episodicamente sensibilità dentinale a seconda della percentuale di tubuli pervi tra la superficie e la camera pulpare:
  - 75% dentina sensibile
  - 24% dentina insensibile

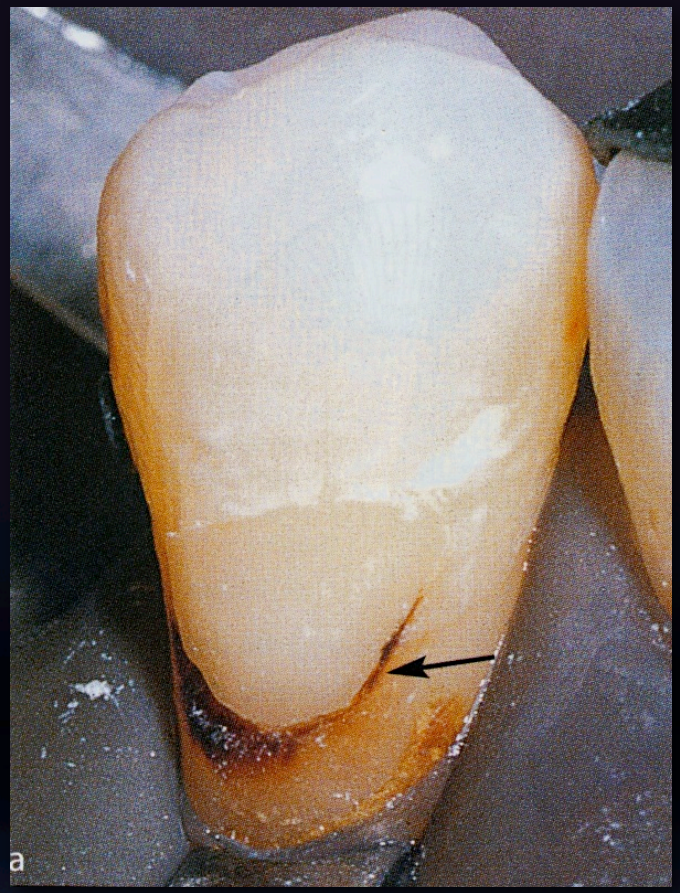
DENTINA SCLEROTICA

- Erosioni in paziente bulimico

  Noncarious cervical lesions (NCCL)

DENTINA SCLEROTICA

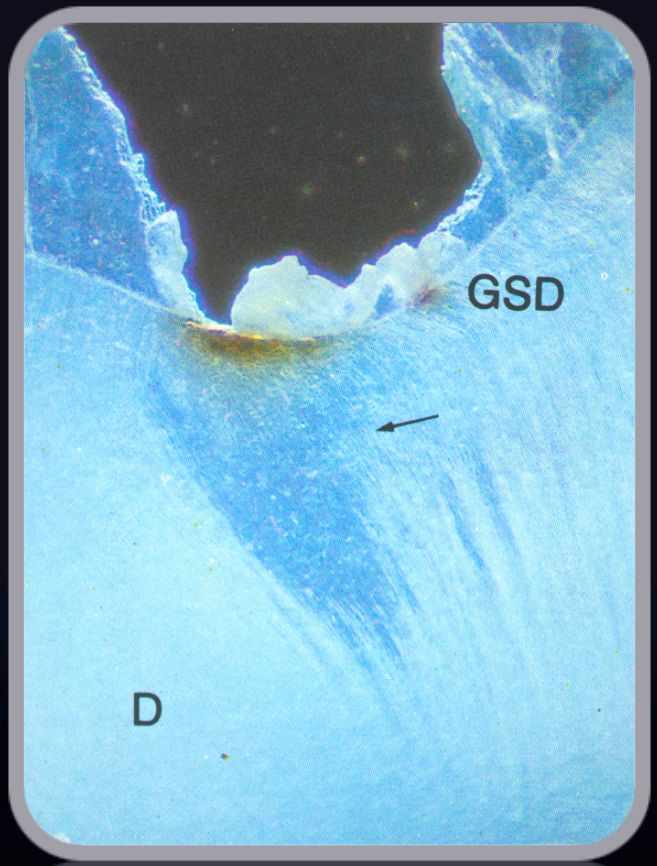
- L'alterazione della superficie comporta una netta diminuzione (<20-40%) del bond strenght con le resine composite rispetto alla dentina normale



LA DENTINA

DENTINA CARIATA

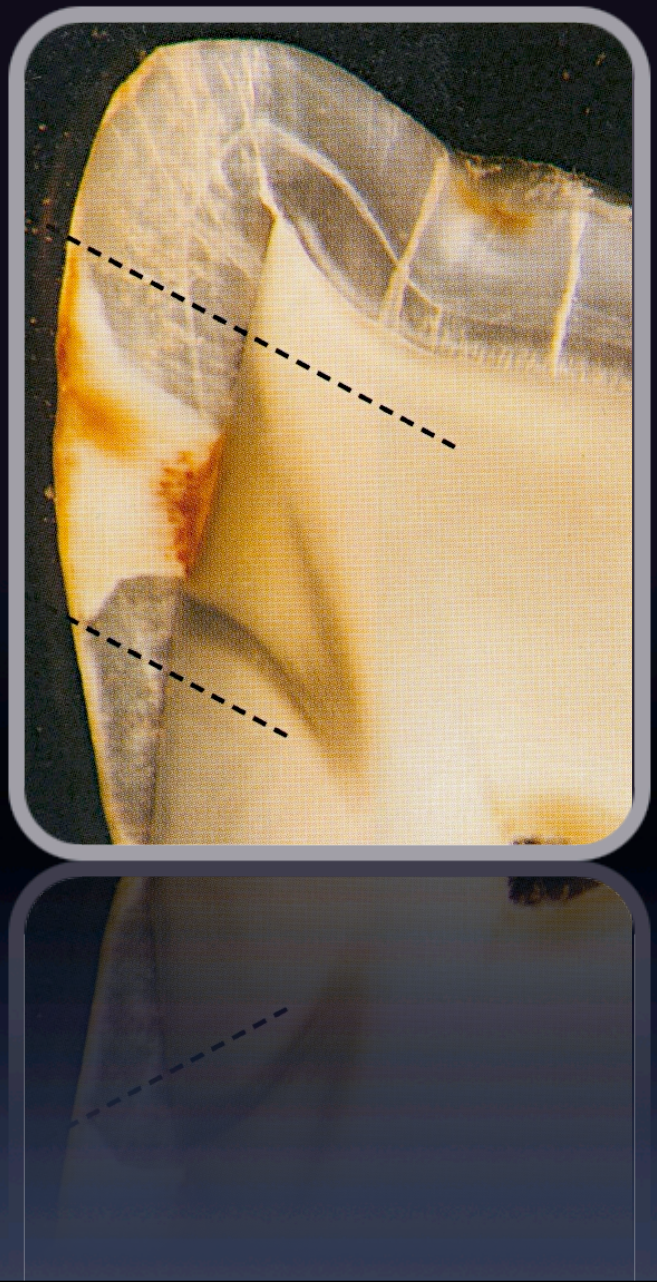
- Presenza sulla superficie dello smalto di placca (biofilm) composta da batteri acidogeni e aciduric i
- Senza intervento, la distruzione progressiva innesca risposte difensive dentinali e pulpari che dipendono dall'attività della carie



LA DENTINA

DENTINA CARIATA

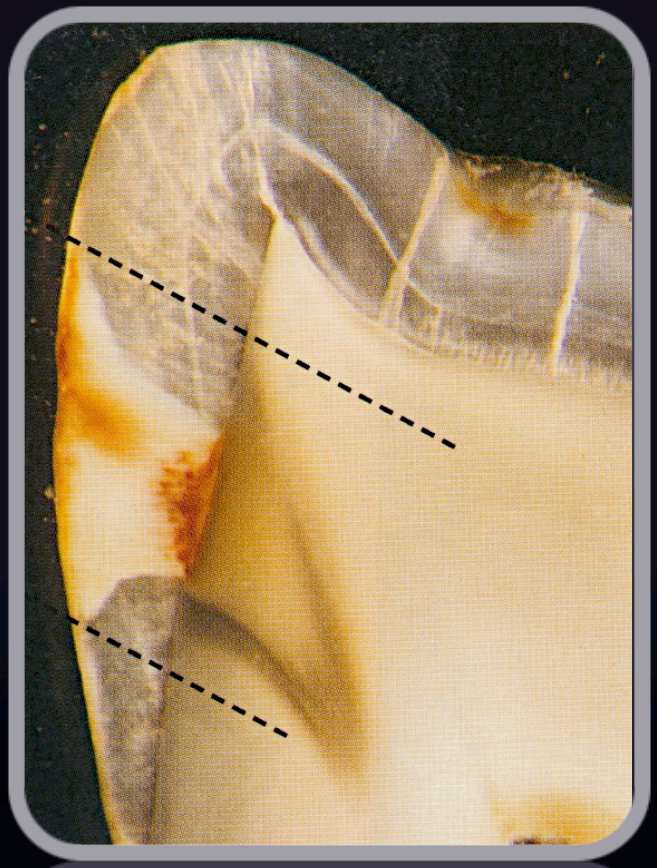
- La più precoce risposta dentinale avviene a livello della DEJ ancor prima che la demineralizzazione dei prismi approcci la DEJ
- I protoni acidi solubilizzano i componenti della matrice liberando molecole bioattive che attraverso i tubuli stimolano cambiamenti morfologici e metabolici degli odontoblasti coinvolti
- Ipermineralizzazione della zona adiacente alla lesione



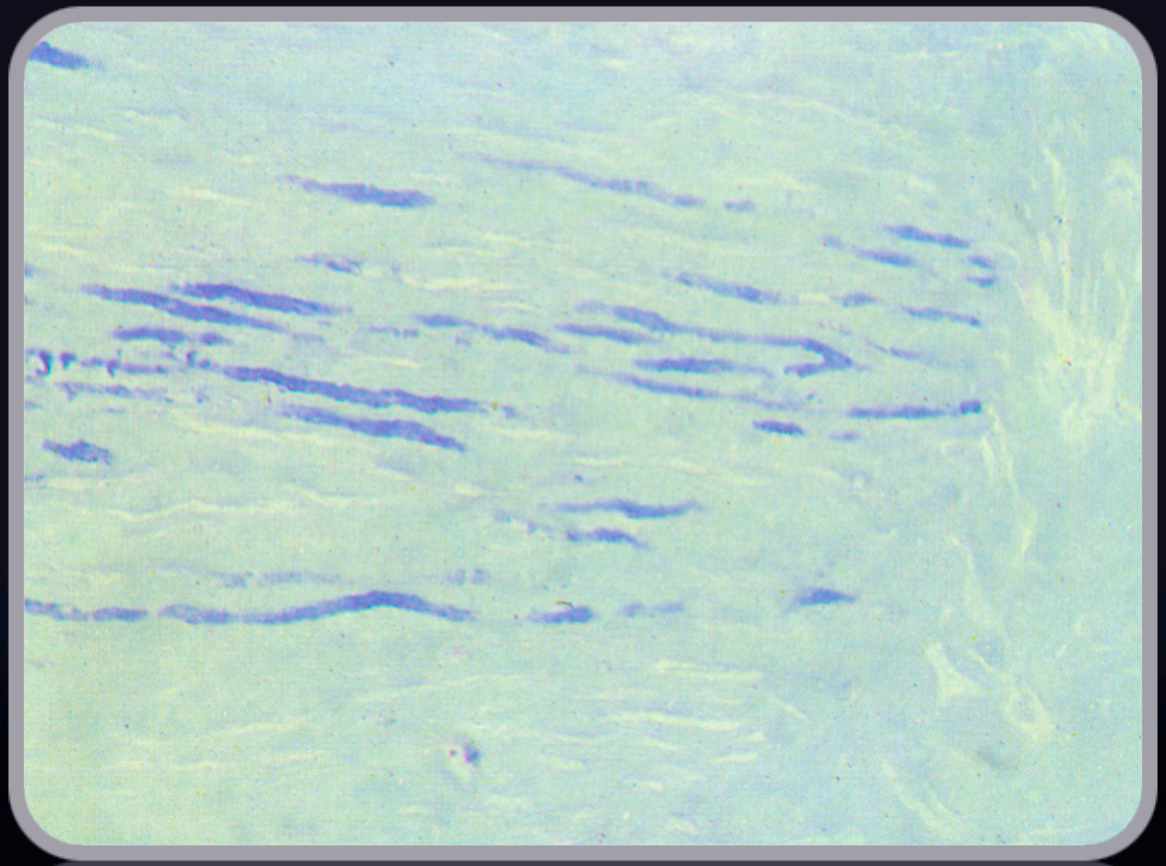
LA DENTINA

DENTINA CARIATA

- Quando la dissoluzione dei prismi raggiunge la zona ipermineralizzata, inizia la sua demineralizzazione acida
- Il processo accelera a causa della struttura dentinale, fino alla polpa, se non interrotto
- Se la superficie dello smalto è intatta la lesione in dentina è relativamente sterile e può progredire lentamente
- Il momento critico è la frattura dei 20-50 micron di smalto esterno creando una lesione cavitata con viraggio microbiologico



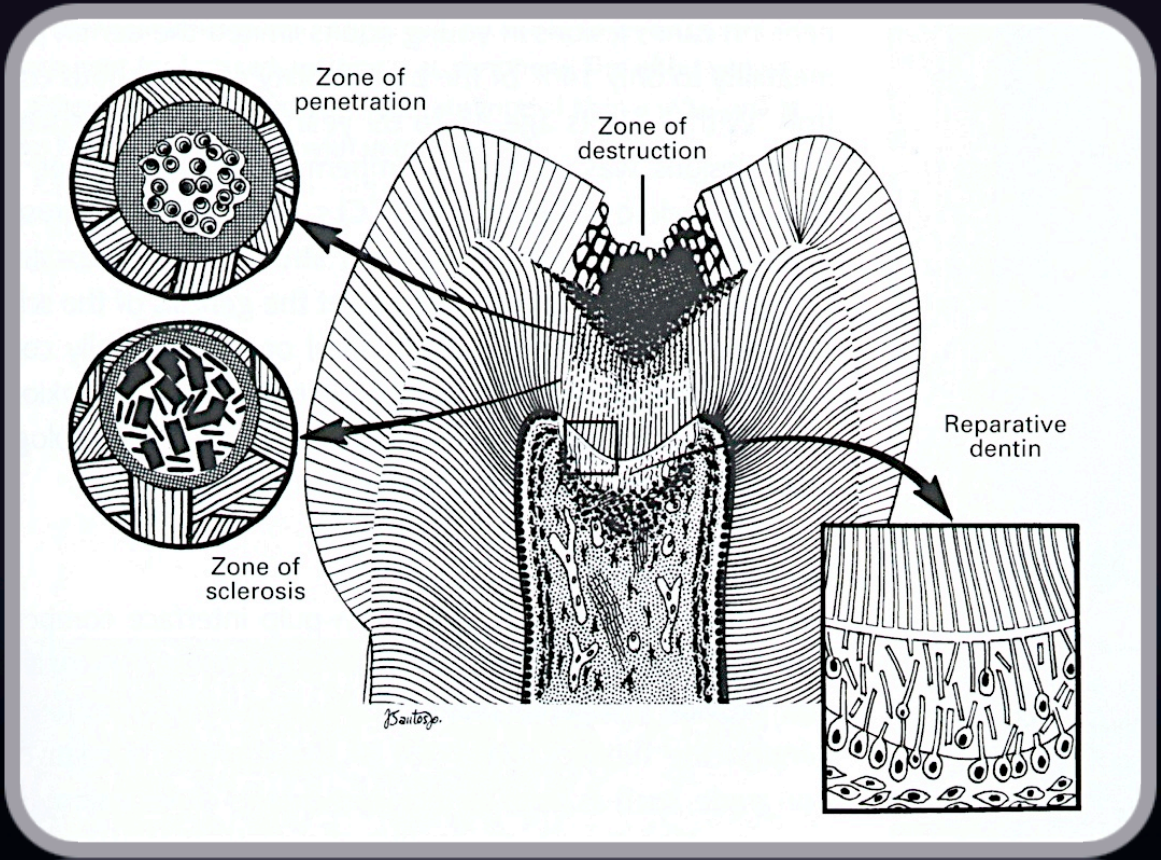
LA DENTINA



colonizzazione batterica dei tubuli

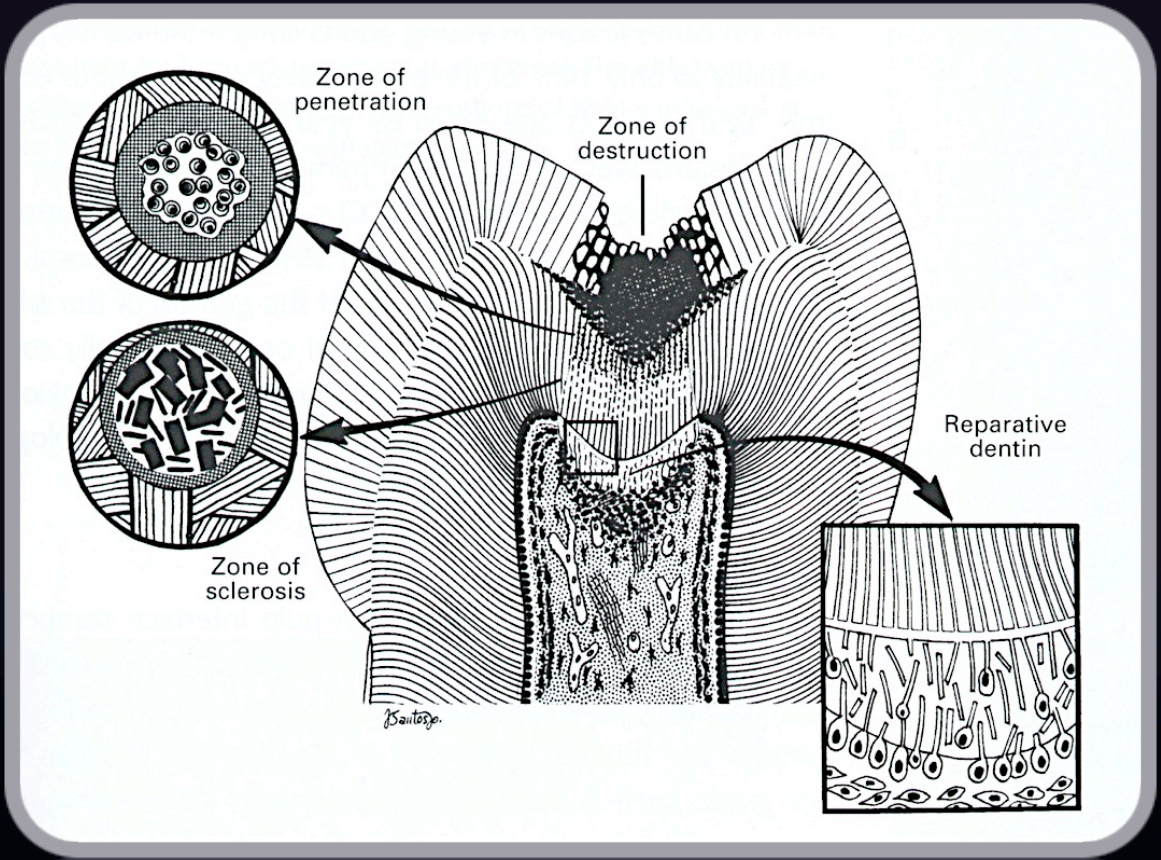
LA DENTINA

- Enzimi proteolitici demineralizzano le pareti peritubulari e la dentina intertubulare
- ZONA DI DISTRUZIONE
  - lesione amorfa con **dentina infetta**: soffice, asportabile con un escavatore, colore giallo-marrone



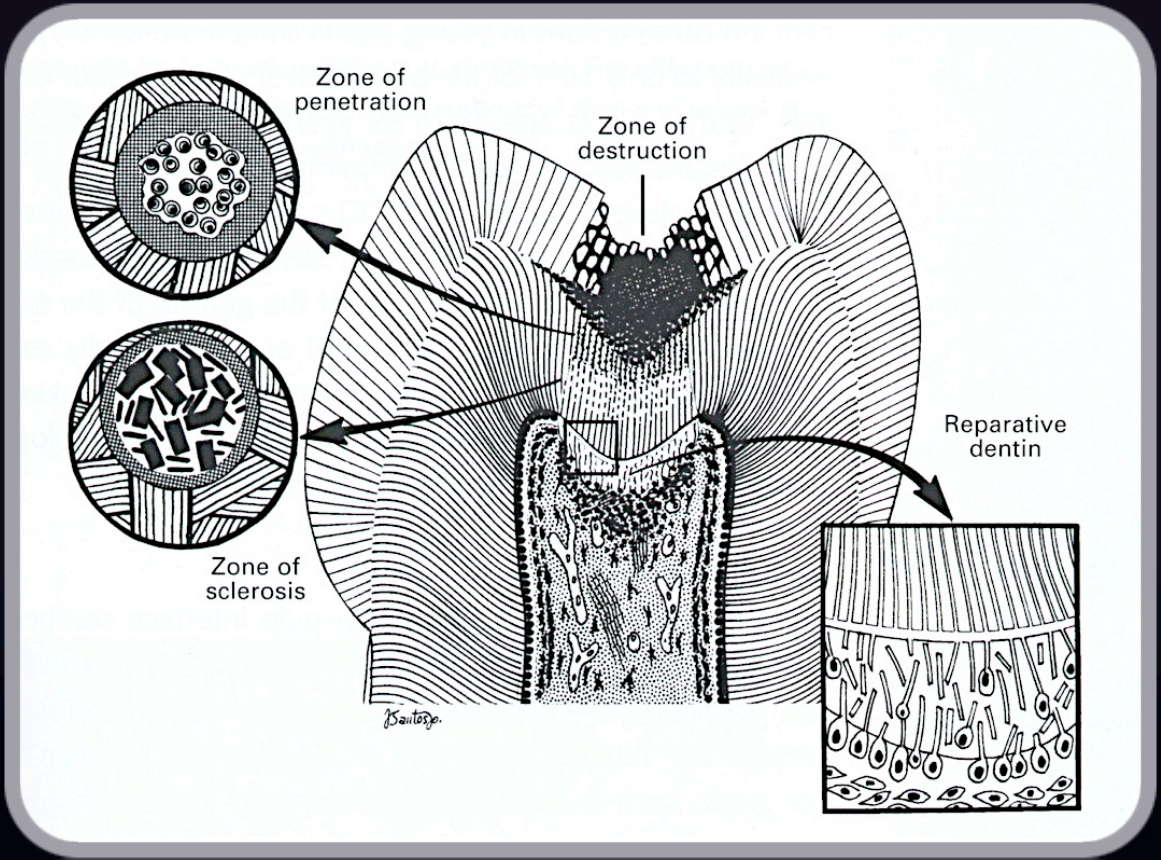
LA DENTINA

- ZONA DI DISTRUZIONE
- ZONA DI PENETRAZIONE
  - **dentina affetta**: matrice dentinale intatta con limitata penetrazione di batteri nei tubuli.
  - Streptococci nelle lesioni cavitate o superficiali; anaerobi nei tubuli e nella polpa



LA DENTINA

- ZONA DI DISTRUZIONE
- ZONA DI PENETRAZIONE
- ZONA DI SCLEROSI
  - Progressione della carie graduale: il pH a livello tubulare profondo promuove una ricristallizzazione dei minerali che precipitando ostruiscono i tubuli.
  - Ciò però non arresta definitivamente la progressione della carie verso la polpa.



Dentina alterata

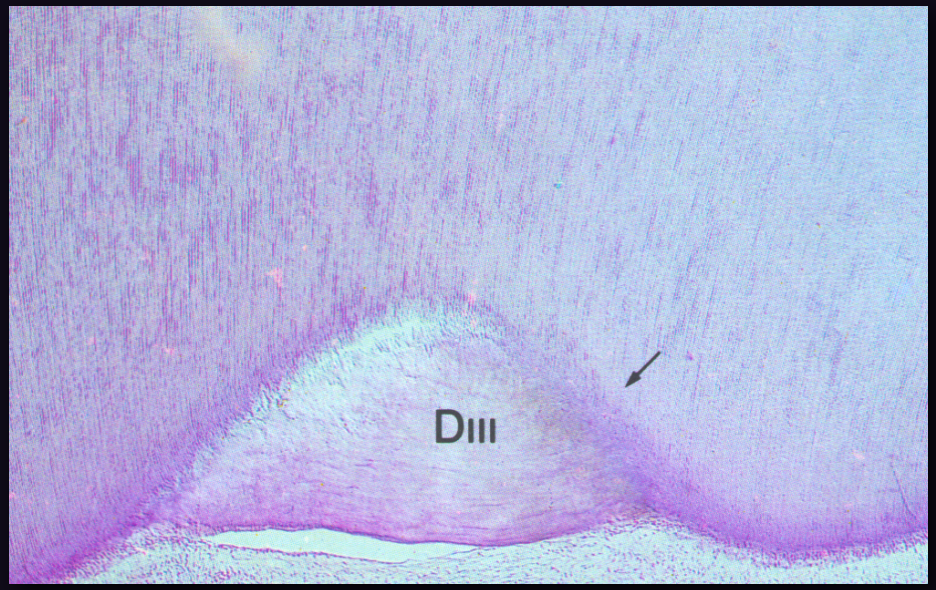
- Il termine descrive i cambiamenti morfologici nella matrice dentinale in seguito all'invecchiamento e alle risposte difensive e riparative locali alla carie o all'usura

Dentina ipermineralizzata

- Ipermineralizzazione della parete tubulare è un processo correlato all'età simile alla sclerosi, tipico della dentina radicolare.
- In risposta a stimoli irritativi si associa a deposizione minerale intratubulare creando una barriera impermeabile al di sotto della dentina esposta o cariata (più evidente in età compresa tra 45-69 anni)

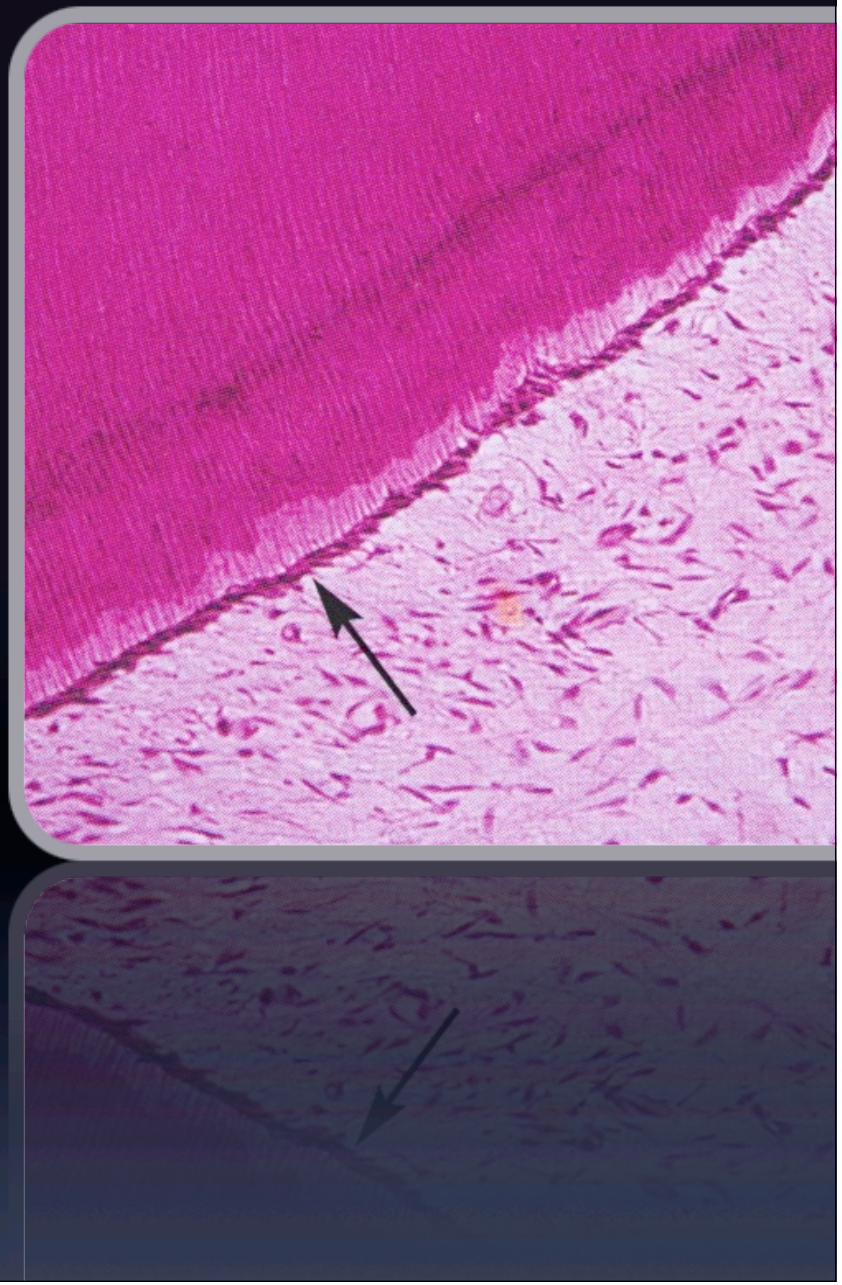
dentina terziaria

- in risposta a stimoli irritativi la polpa produce dentina terziaria all'interfaccia polpa-dentina
- alla sua produzione partecipano gli odontoblasti residui, le fibre pulpari collagene e reticolari e anche cellule indifferenziate della polpa



dentina terziaria

- se lo stimolo irritativo è di grado lieve (intensità e durata) gli odontoblasti sono attivati metabolicamente a produrre una dentina terziaria localizzata denominata di REAZIONE
- è presente uno strato intatto di odontoblasti primari con formazione di strutture tubulari che continuano con quelle fisiologiche di dentina secondaria



dentina terziaria

- se lo stimolo irritativo è intenso:
  - preparazione di cavità per procedure restaurative con spessore di dentina residua < 0.25 mm = riduzione del n° di odontoblasti fino al 41%
  - esposizione meccanica della polpa con distruzione in quel punto del 100% degli odontoblasti primari

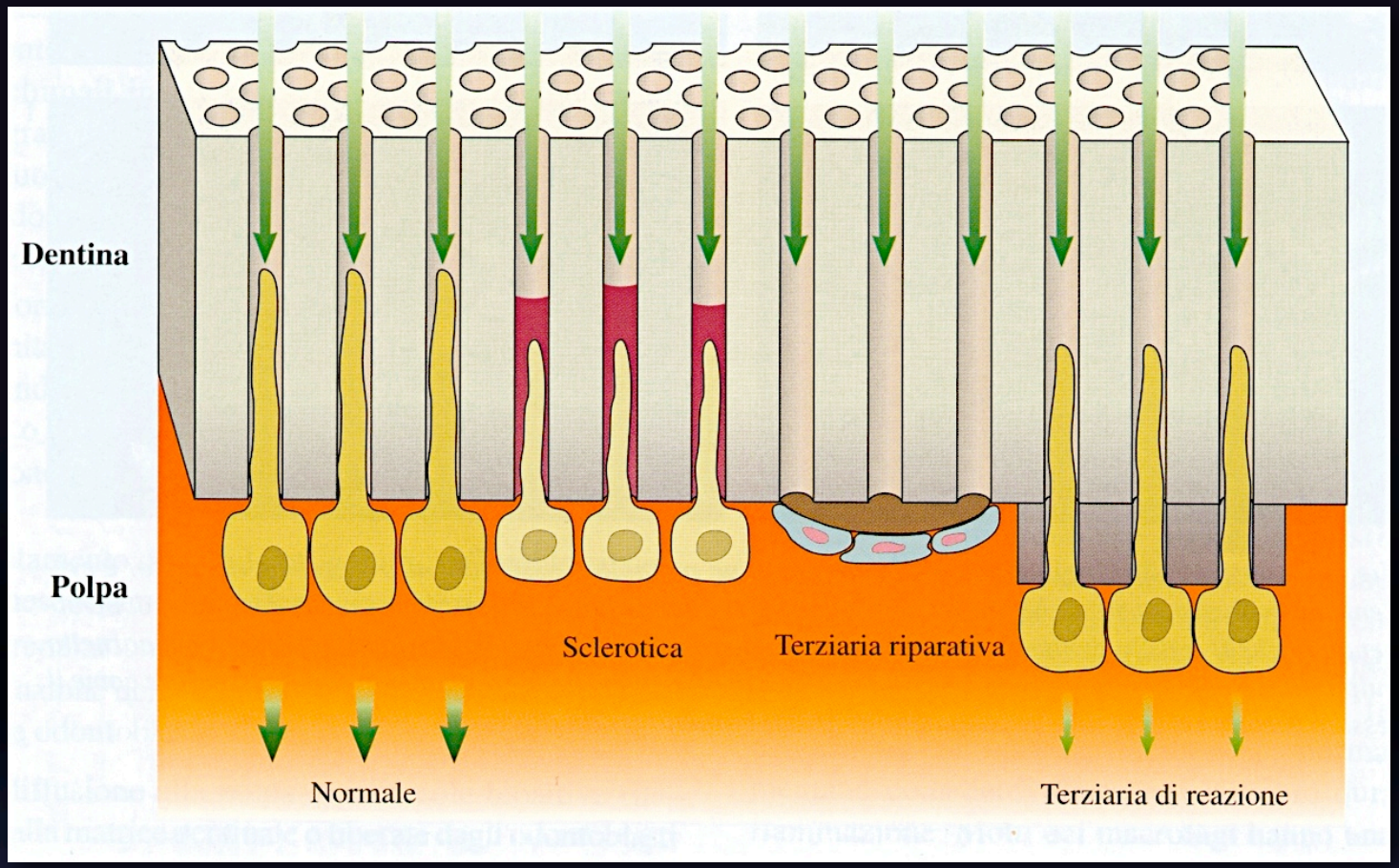
il complesso pulpo-dentinale adiacente recluta le cellule mesenchimali totipotenti che si differenziano in *odontoblast-like cells* (20-40 giorni)

- la dentina terziaria prodotta dalle nuove cellule è detta di RIPARAZIONE
- è prevalentemente atubulare

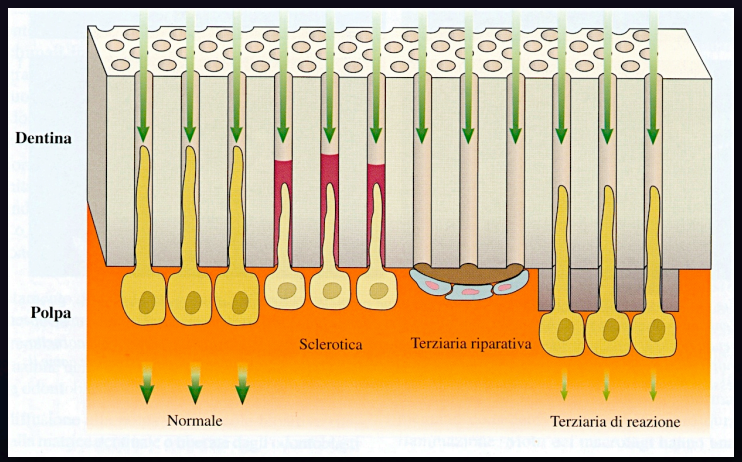
LA DENTINA

- Fino a poco tempo fa la dentina matura veniva considerata relativamente inerte e la dentina terziaria un tipo di risposta a stimoli irritativi
- Recenti ricerche hanno individuato molecole bioattive intrappolate nella matrice dentinale mineralizzata equivalenti alle molecole di segnale responsabili della differenziazione e attivazione dei preodontoblasti
- Le cellule dotate di recettori per tali fattori di crescita (odontoblasti e cellule sub-odontoblastiche) sono stimolate alla migrazione, funzione metabolica, proliferazione e differenziazione
- TGF-beta$_1$ è il principale, inizia la riparazione terziaria e modula la reazione infiammatoria; anche BMP-2.

Permeabilità dentinale



Permeabilità dentinale

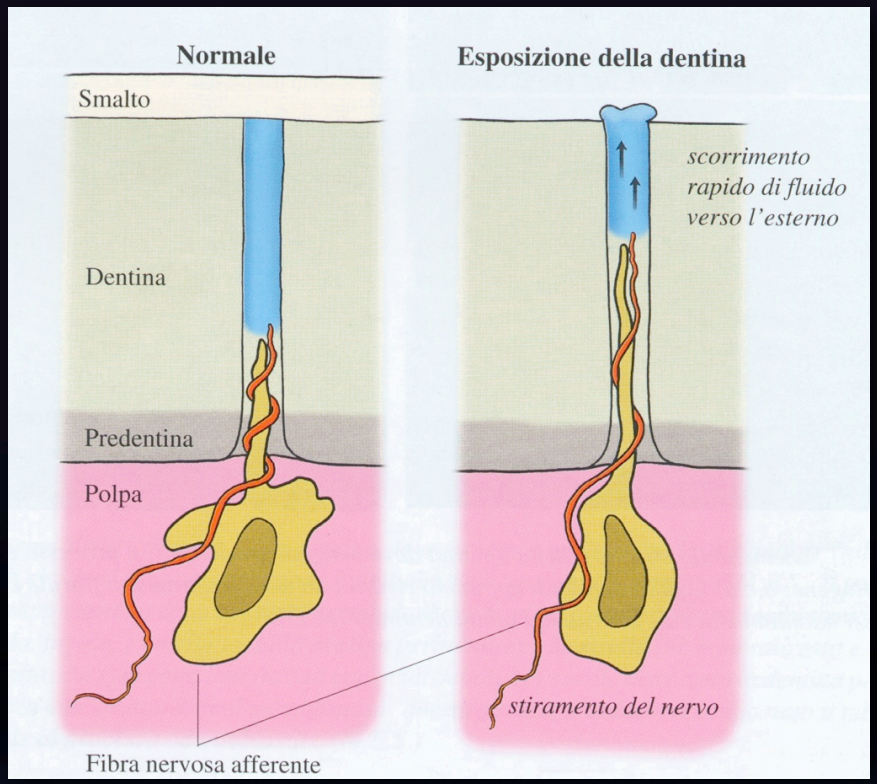


Perdita delle naturali barriere (smalto, cemento)
=
diffusione verso la polpa di stimoli tossici e immunologici

Dipende da:

- area di dentina esposta
- spessore di dentina residua
- caratteristiche della dentina residua

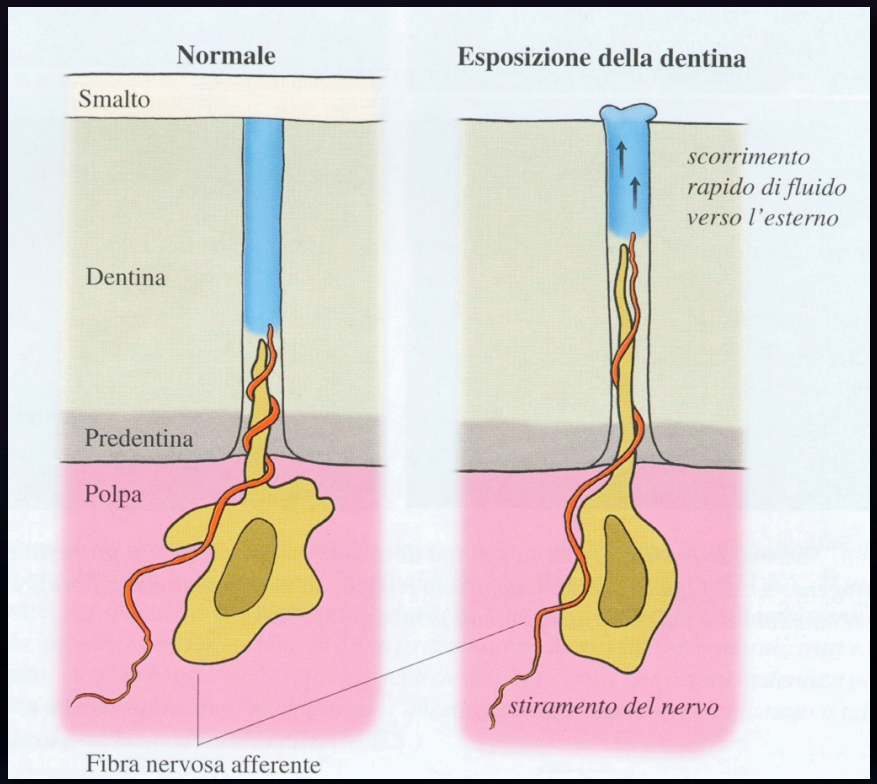
Meccanismi di difesa dentinali



PRECOCI

- Incremento del flusso del fluido verso l'esterno
- Fibrinogeno
- Immunocomplessi

Meccanismi di difesa dentinali



PRECOCI

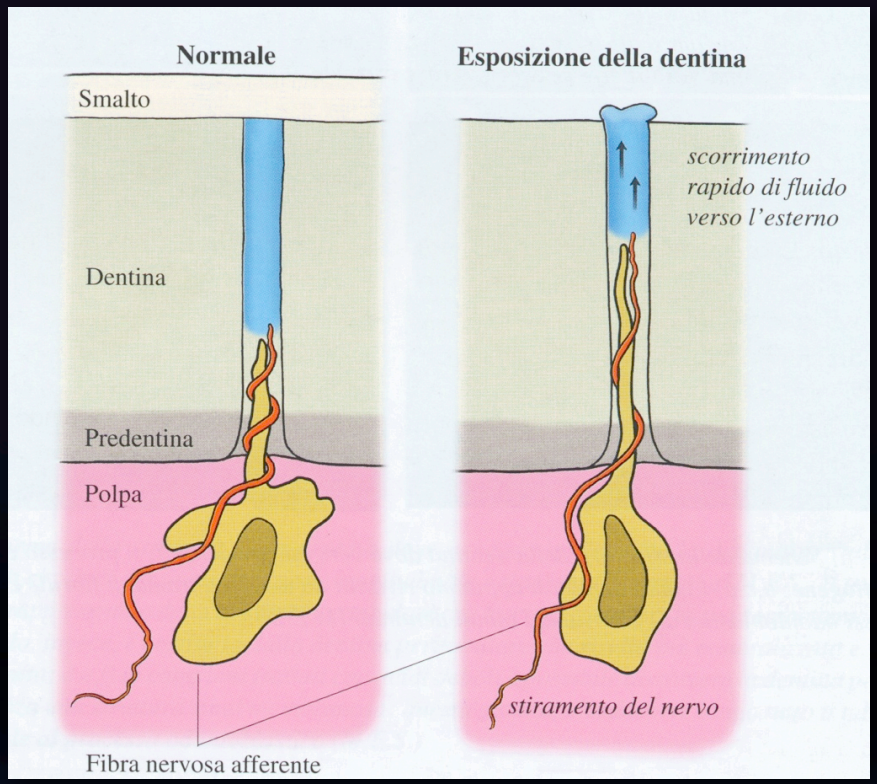
- Incremento del flusso del fluido verso l'esterno

Fluido dentinale non è un prodotto cellulare, ma è un filtrato capillare, che trasuda a livello del plesso subodontoblastico.

Ha la composizione dei liquidi extra-cellulari. Contiene Na, K, proteine plasmatiche e una elevata concentrazione di ioni calcio e fosfato

Nella polpa vitale è un meccanismo di inibizione meccanica all'ingresso dei batteri nei tubuli

Meccanismi di difesa dentinali



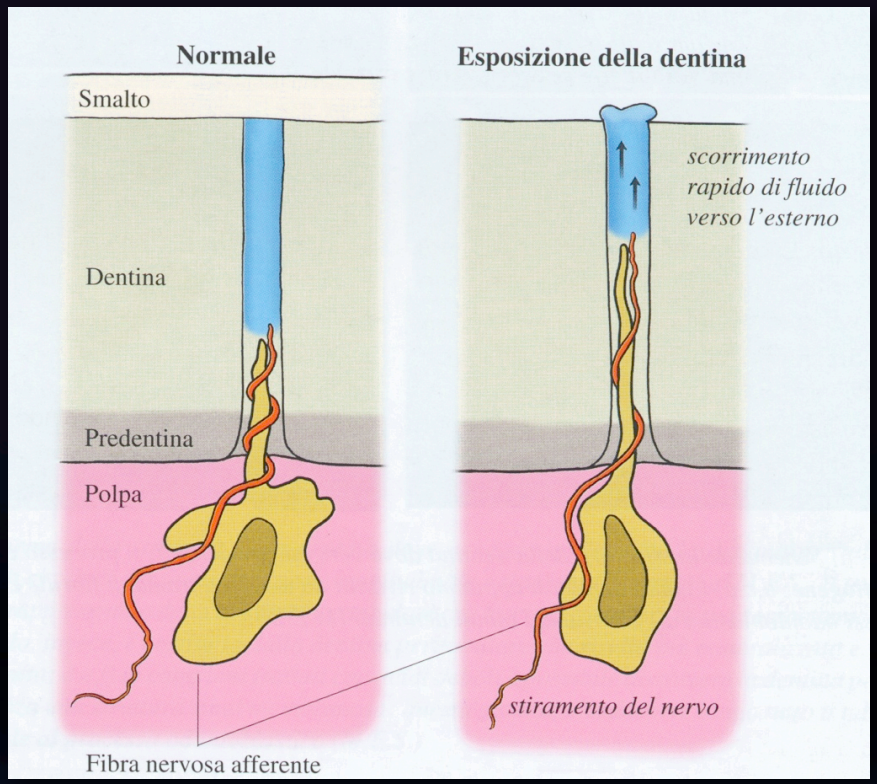
PRECOCI

- Fibrinogeno

Il fluido dentinale può trasportare proteine plasmatiche, in condizioni normali in concentrazioni inferiori a quelle plasmatiche.

La risposta infiammatoria pulpare provoca fuoriuscita di fibrinogeno dai capillari e suo accumulo tra gli odontoblasti con riduzione del diametro funzionale e quindi della permeabilità.

Meccanismi di difesa dentinali



PRECOCI

- Immunocomplessi

Il fluido dentinale può trasportare anticorpi che possono legarsi ad antigeni penetrati nei tubuli.

La deposizione a livello tubulare degli immunocomplessi provoca una diminuzione del diametro funzionale e della permeabilità.

Meccanismi di difesa dentinali

Sono legati al movimento bidirezionale del fluido dentinale

Possono essere il risultato di fenomeni passivi di tipo fisico-chimico o della combinazione di processi attivi e passivi

TARDIVI

- Mineralizzazione della dentina
- Occlusione tubulare
  - deposizione di collagene
  - deposizione di minerale

Meccanismi di difesa dentinali

TARDIVI

- Mineralizzazione della dentina

Traumatismo ripetuto come nell'abrasione

E' legato all'ambiente e non all'attività dell'organo pulpo-dentinale

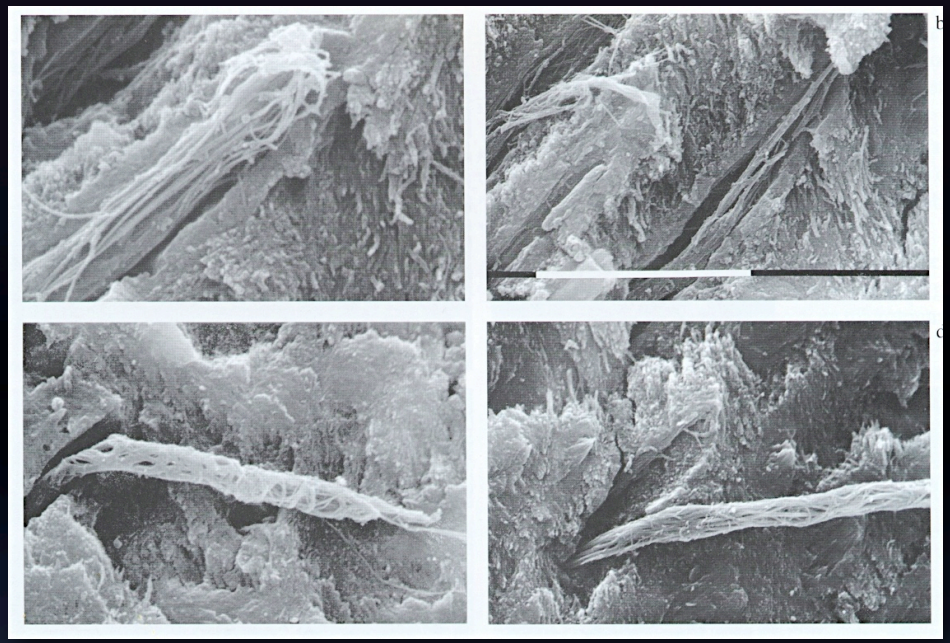
Meccanismo simile alla formazione del tartaro o alla mineralizzazione della carie dello smalto

Inizialmente i tubuli sono occlusi da materiale organico e batteri, in seguito si deposita un sottile strato mineralizzato

Meccanismi di difesa dentinali

TARDIVI

- Occlusione tubulare



Deposizione di collagene

In condizioni fisiologiche il collagene prodotto dagli odontoblasti dà origine ad un fitto intreccio di fibre che riveste il fronte di mineralizzazione della dentina

Inoltre circonda i processi odontoblastici e delimita gli imbocchi tubulari

Nei tubuli può dare origine a fasci di fibre a decorso longitudinale e a reti di fibrille collagene

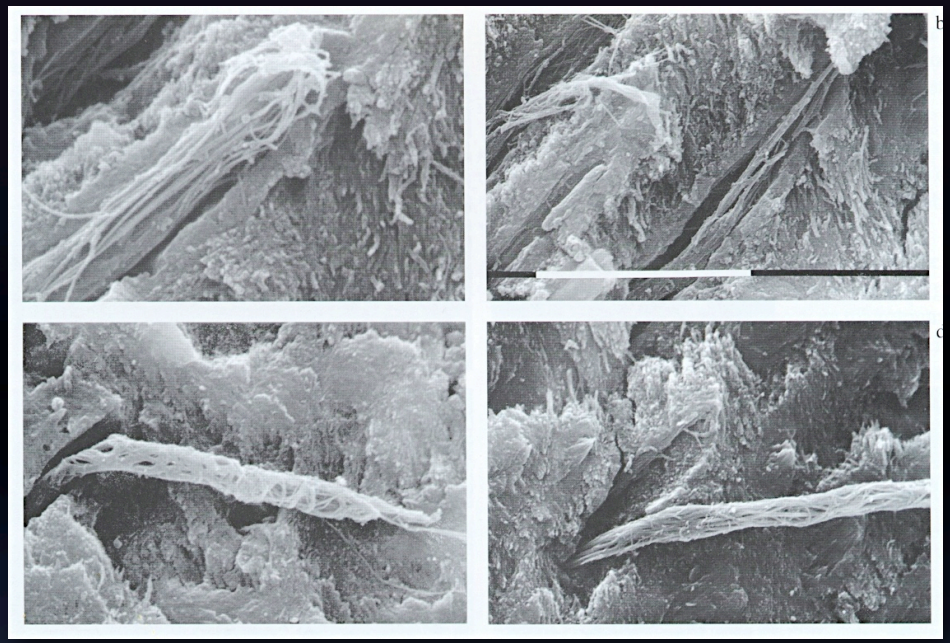
Meccanismi di difesa dentinali

TARDIVI

- Occlusione tubulare

In risposta allo stimolo irritativo compaiono nei tubuli fitte reti di fibre collagene

Non vanno incontro a mineralizzazione, ma riducono comunque il diametro funzionale

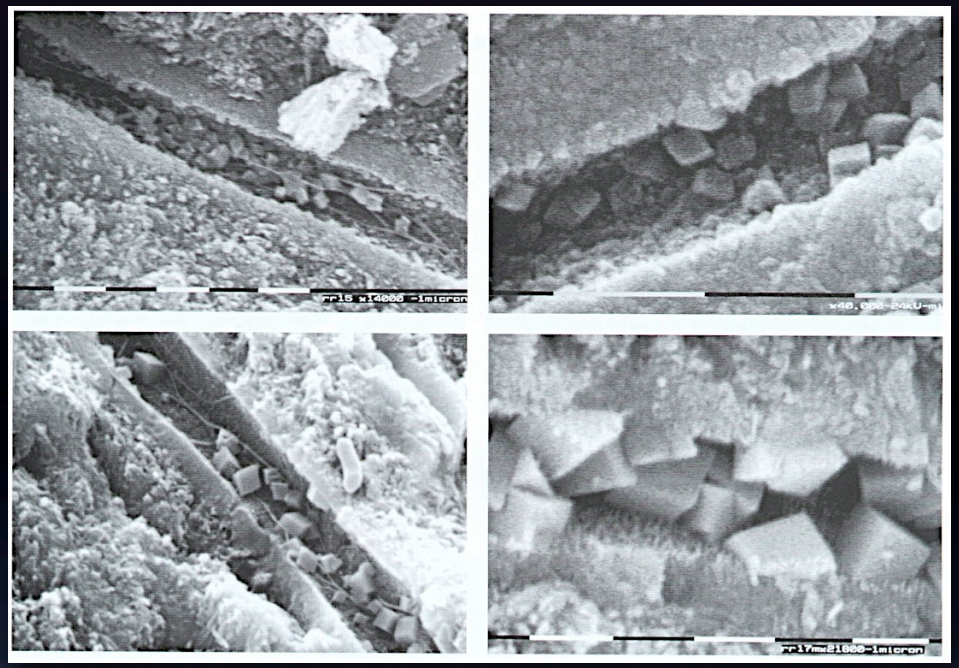


Deposizione di collagene

Meccanismi di difesa dentinali

TARDIVI

- Occlusione tubulare



Deposizione di minerale: whitlockite (romboedrico)

Nella zona più vicina al fronte batterico, la demineralizzazione della dentina peritubulare e intertubulare porta ad un aumento della concentrazione di ioni calcio e fosfato nel fluido dentinale

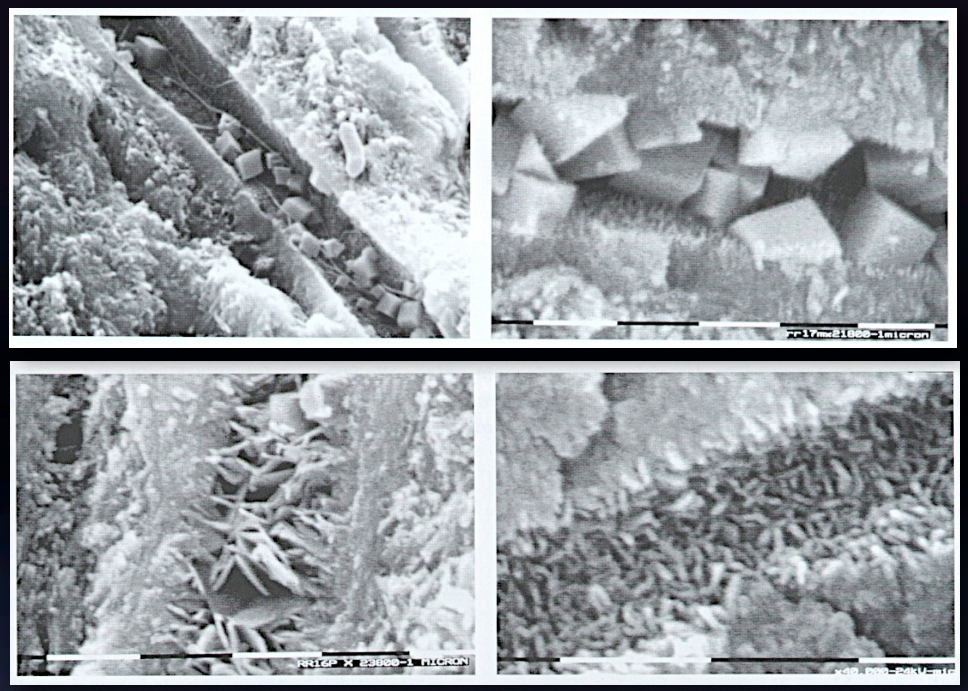
Quando viene superata la costante di solubilità precipitano cristalli di fosfato di calcio di vario tipo

Il pH ambientale e gli ioni presenti influenzano il tipo di cristallo

Meccanismi di difesa dentinali

TARDIVI

- Occlusione tubulare



Deposizione di minerale:
cristalli aghiformi, lamellari, granulari

Altra ipotesi:
la distruzione della ***lamina limitante*** ad opera degli enzimi batterici comprometterebbe la sua funzione regolatoria nei confronti degli scambi ionici, favorendo la precipitazione di ioni calcio e fosfato

Il pH ambientale e gli ioni presenti influenzano il tipo di cristallo

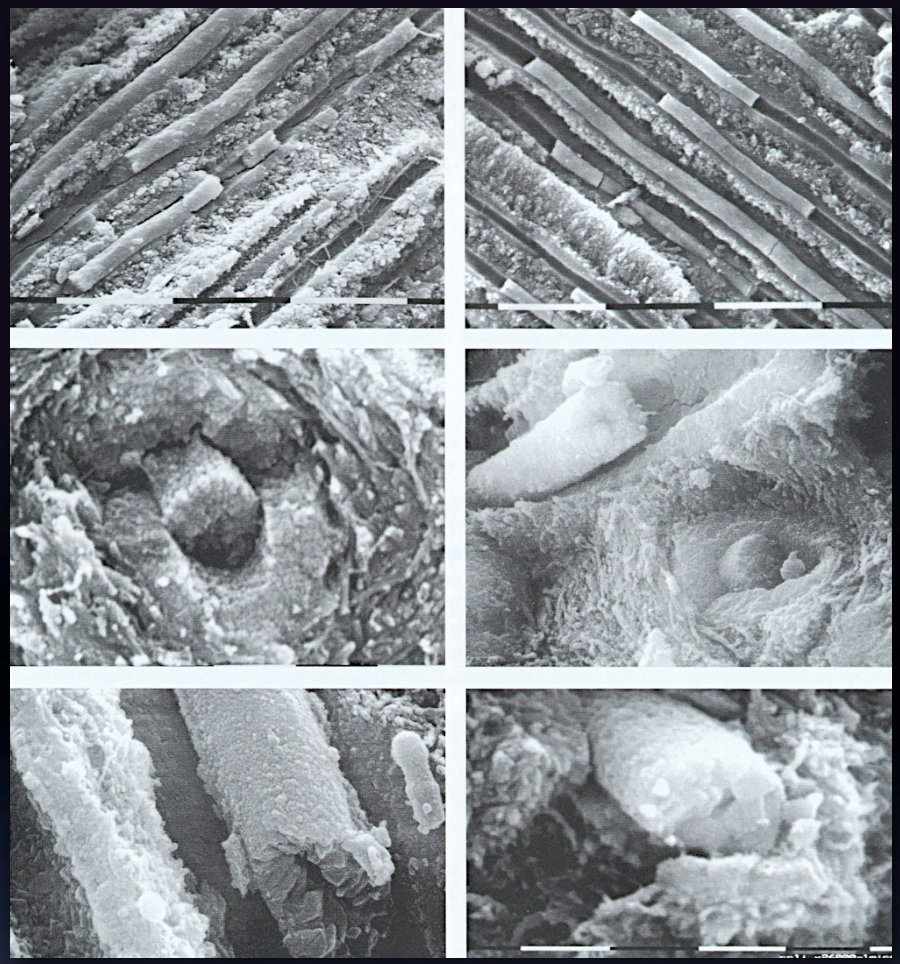
Lamina limitante

Rappresenta lo strato ipomineralizzato del versante interno della dentina peritubulare

La sua esistenza e significato sono ancora controversi:

- presente lungo il percorso del tubulo per garantirne la pervietà
- “condensazione chimica” dei vari componenti presenti nello spazio periodontoblastico
- artefatto di preparazione del campione

Meccanismi di difesa dentinali



Mineralizzazione intratubulare

TARDIVI

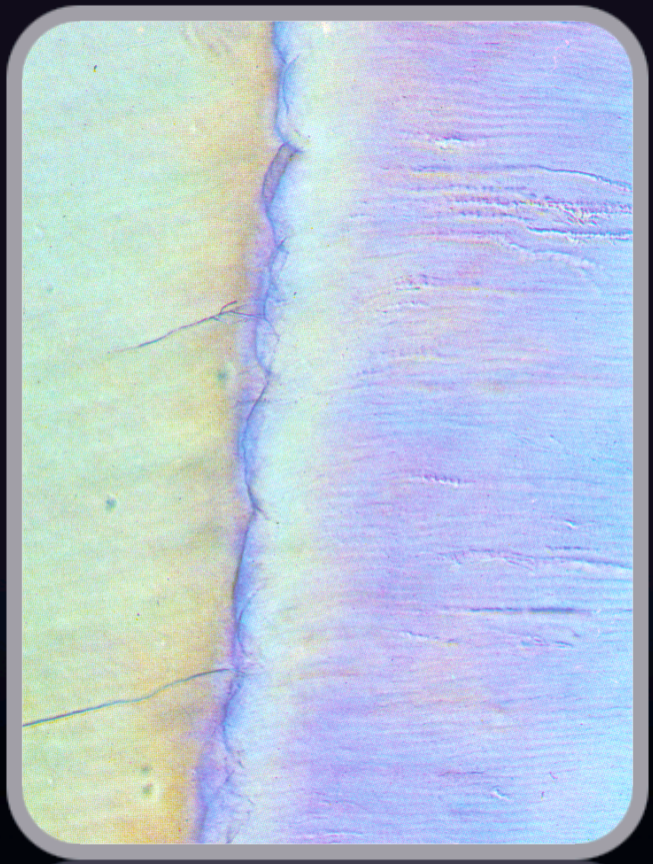
- Occlusione tubulare

Aspetto “a bacchetta”, combinazione di fenomeni attivi e passivi (attività degli odontoblasti, precipitazione di ioni fosfato, mineralizzazione delle fibre collagene)

Iniziale deposizione di cristalli sferoidali sulle fibre collagene che progressivamente diventano sempre meno distinguibili

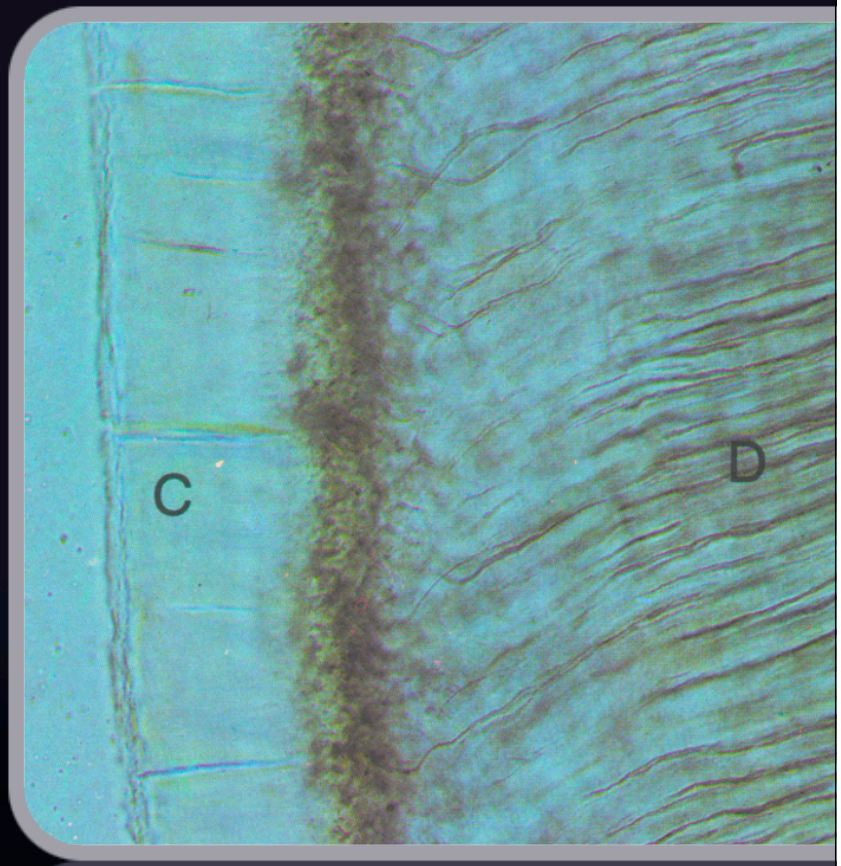
La componente minerale passa da una fase disomogenea *whitlockite* a idrossiapatite più densa e uniforme

giunzione smalto-dentina



- concavità rivolte verso lo smalto

giunzione cemento-dentina



- sottile strato scuro di aspetto granulare