

BUDOWA ZĘBA

Ząb zbudowany jest z:

- **korony** wystającej na powierzchnię
- **korzenia** tkwiącego w zębodole

Granica między koroną a korzeniem nosi nazwę **szyjki zęba**.

Wewnątrz korony znajduje się **komora zęba** przechodząca w obrębie korzenia w kanał otwierający się w dystalnej części korzenia, zwanej **wierzchołkiem zęba**.

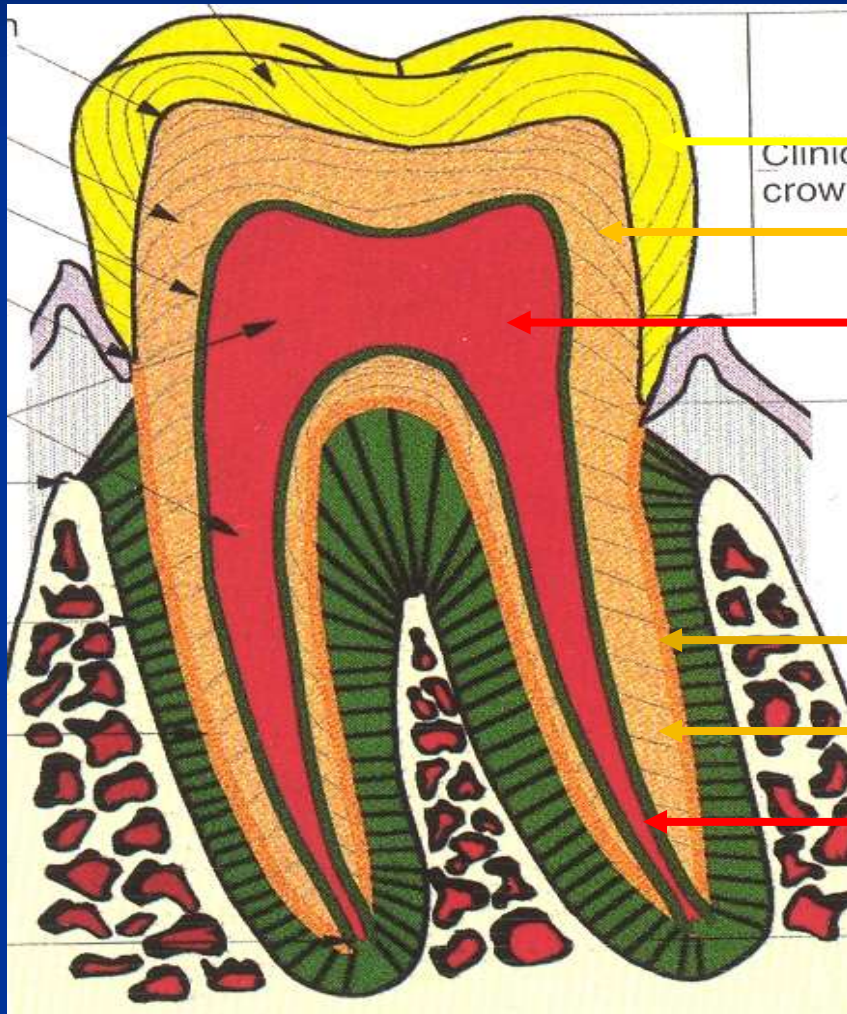
W skład zęba wchodzi **struktury zmineralizowane** (tkanki twarde):

- **zębina,**
- **szkliwo,**
- **cement**
- **miazga - tkanka niezmineralizowana,** która wypełnia komorę i kanał korzeniowy.

Korzeń otacza błona **ozębna**, która łączy go z kością zębodołu i dziąsłem.

Struktury te, nazywane wspólnie **przyzębiem**, tworzą razem z zębem narząd zębowy.

Budowa zęba



■ KORONA

■ Szklivo

■ Zębina

■ Miazga

■ KORZEŃ

■ Cement

■ Zębina

■ Miazga

ZĘBINA

- Tworzy główną masę korony i korzenia
- Otacza komorę zęba
- Mniej twarda niż szkliwo, bardziej twarda od cementu i kości
- Substancja międzykomórkowa zębiny wytworzona przez odontoblasty

ZĘBINA

- 70% związki nieorganiczne
głównie kryształy hydroksyapatytu
- 20 % zw. organiczne
kolagen typu I - 92%, białka niekolagenowe
- 10% woda

ZĘBINA

Kolagen (głównie typu I, ze śladowymi ilościami kolagenu typu III i V) stanowi ok. 92% składników organicznych zębiny.

ZĘBINA

Białka niekolagenowe:

- fosfoforyny (DPP)
- sialoproteiny zębiny (DSP).

Ponadto w zębinie występują odmienne od DSP białka bogate w kwas sialowy:

- osteopontyna -zawierająca sekwencję: aginina-glicyna-asparaginian będącą ligandem dla integryn,
- białka macierzy zębiny (DMP-1, DMP-2, DMP-3) oraz: sialoproteina kości, kwaśna glikoproteina kości-75, białka bogate w kwas γ - karboksyglutaminowy i osteonektyna, które są analogiczne do białek obecnych w tkance kostnej, ale w zębinie występują w mniejszej ilości.

ZĘBINA

- **Proteoglikany:** dekoryna i biglikan (zawierające siarczany chondroityny) oraz lumikan i fibromodulina (bogate w keratosiarczany).
- **Czynniki wzrostu:** insulinopodobny czynnik wzrostu (IGF) i transformujące czynniki wzrostu (TGF).
- **Fosfolipidy** (ok. 2% składu zębiny), występują głównie we froncie mineralizacji (p. dalej) i wykazują kolokalizację z proteoglikanami; ich postulowane znaczenie to udział w inicjowaniu mineralizacji.
- **Enzymy:** w niewielkich ilościach fosfatazy, metaloproteinazy i fosfolipazy.

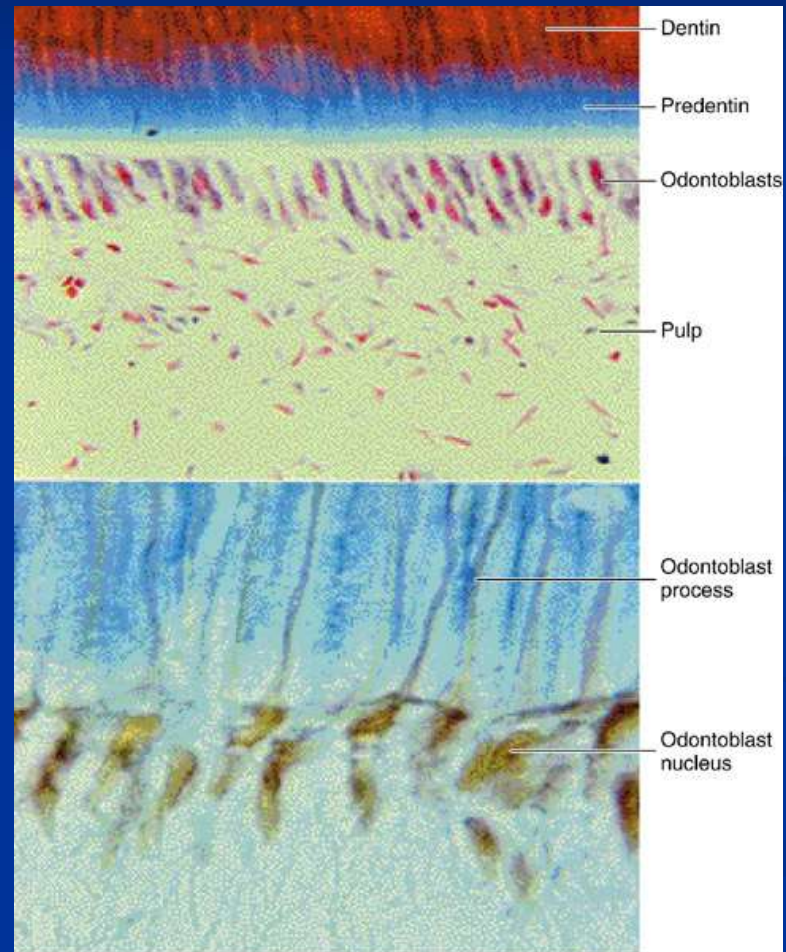
ZĘBINA

Mineralizacja dokonuje się w zębinie wieloogniskowo, powstające kryształy układają się w kuliste obszary noszące nazwę kalkosferytów.

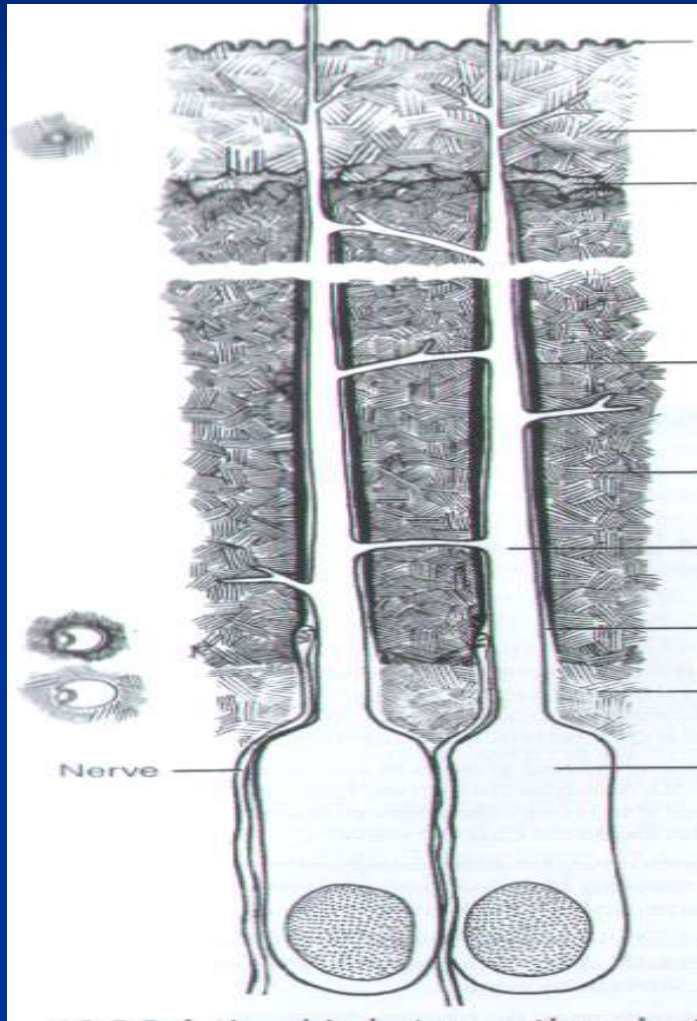
Tam, gdzie kalkosferyty nie zlewają się ze sobą całkowicie, pozostają rejony niezmineralizowanej istoty organicznej nazywane **przestrzeniami międzykulistymi**.

Przestrzenie te układają się zgodnie z przebiegiem **tzw. linii konturowych Owena**, które odzwierciedlają nierównomierną mineralizację kolejnych warstw zębiny w czasie jej wzrostu przez apozycję.

ZĘBINA



ZĘBINA



- Odnoblasty

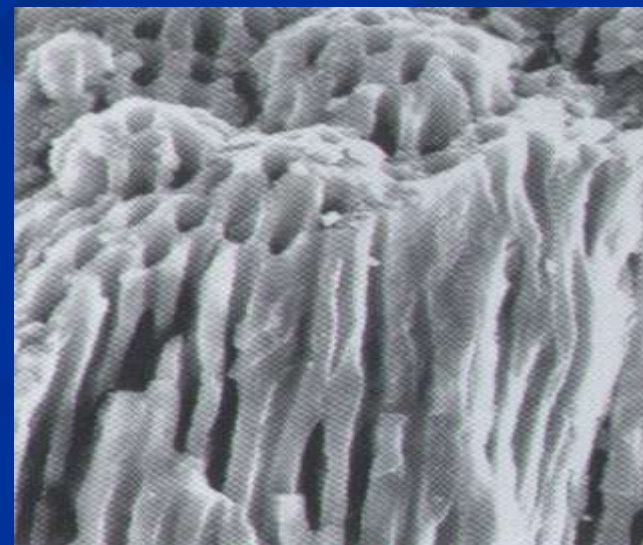
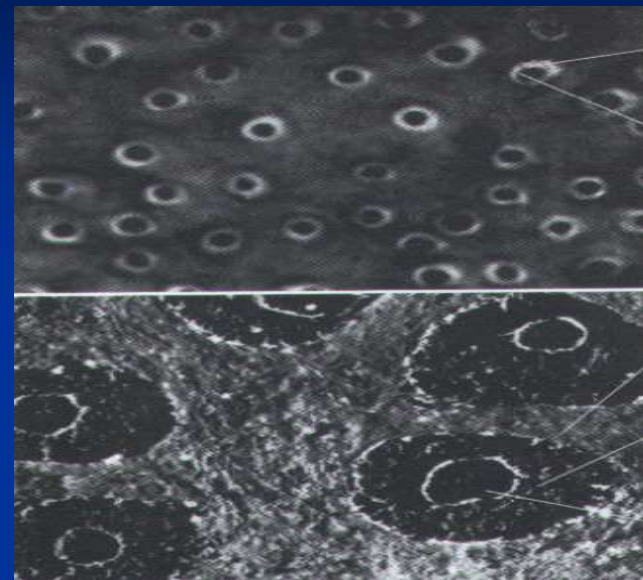
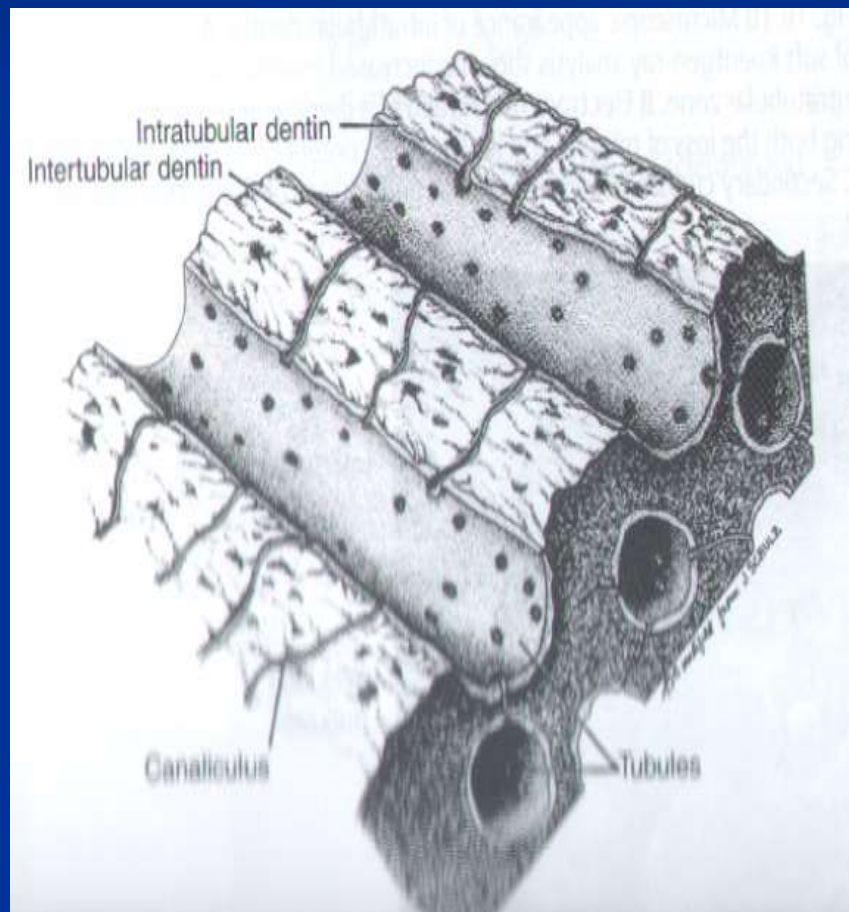
Tworzą warstwę między zębina a miazgą

Posiadają długą wypustkę biegnącą w kanalikach przez grubość zębiny aż do szkliwa-

WYPUSTKA

TOMMESA

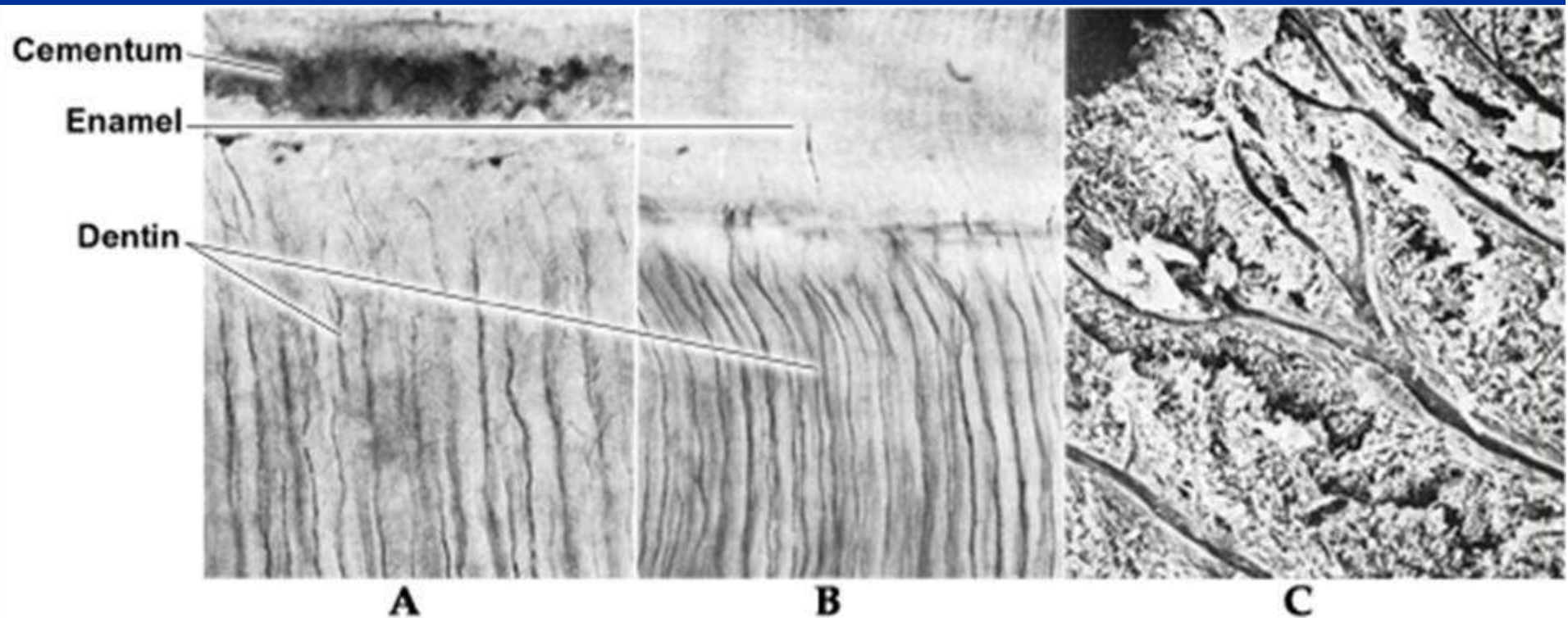
ZĘBINA



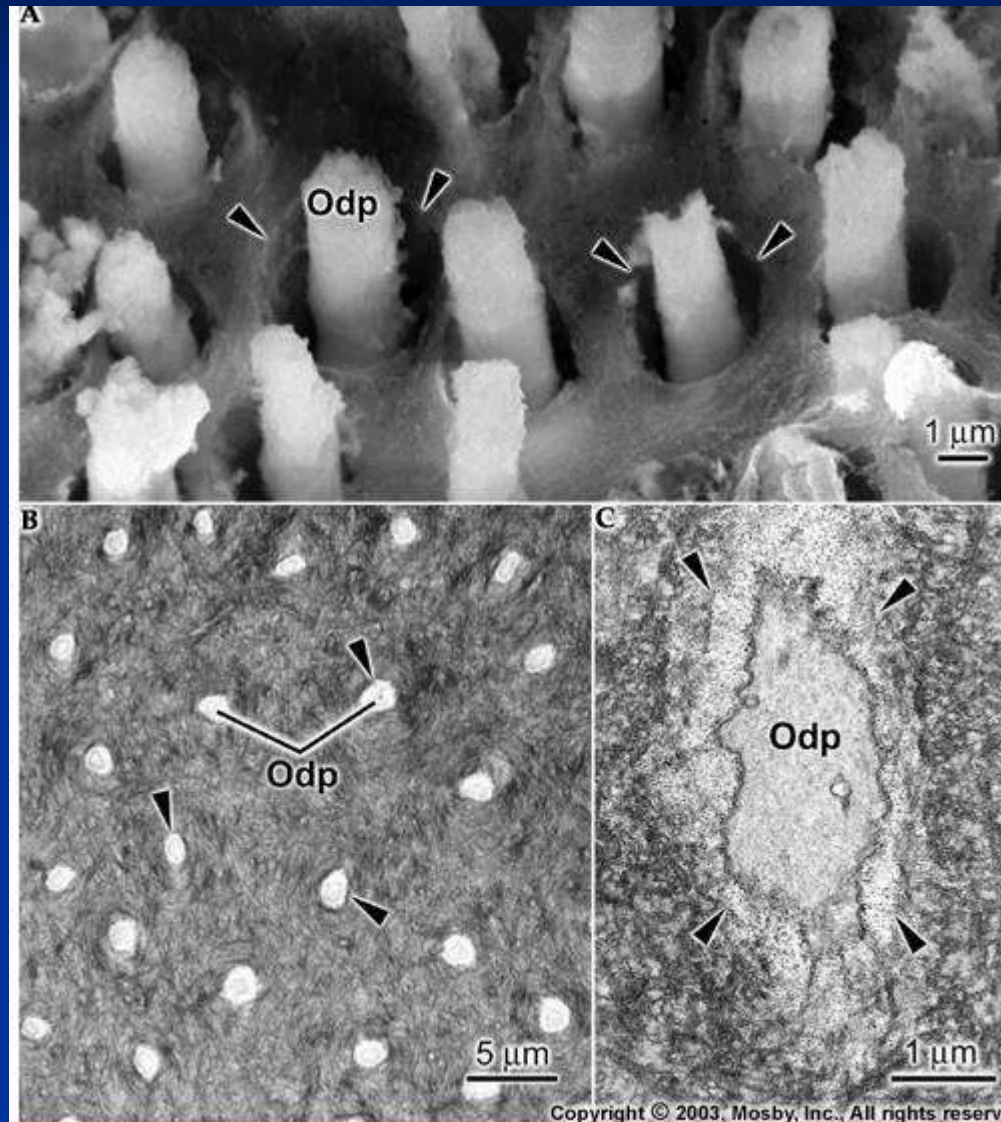
Dystalne kanaliki zębinowe

Warstwa ziarnista Tomesa

Rozgałęzienia i kolaterale włókien Tomesa

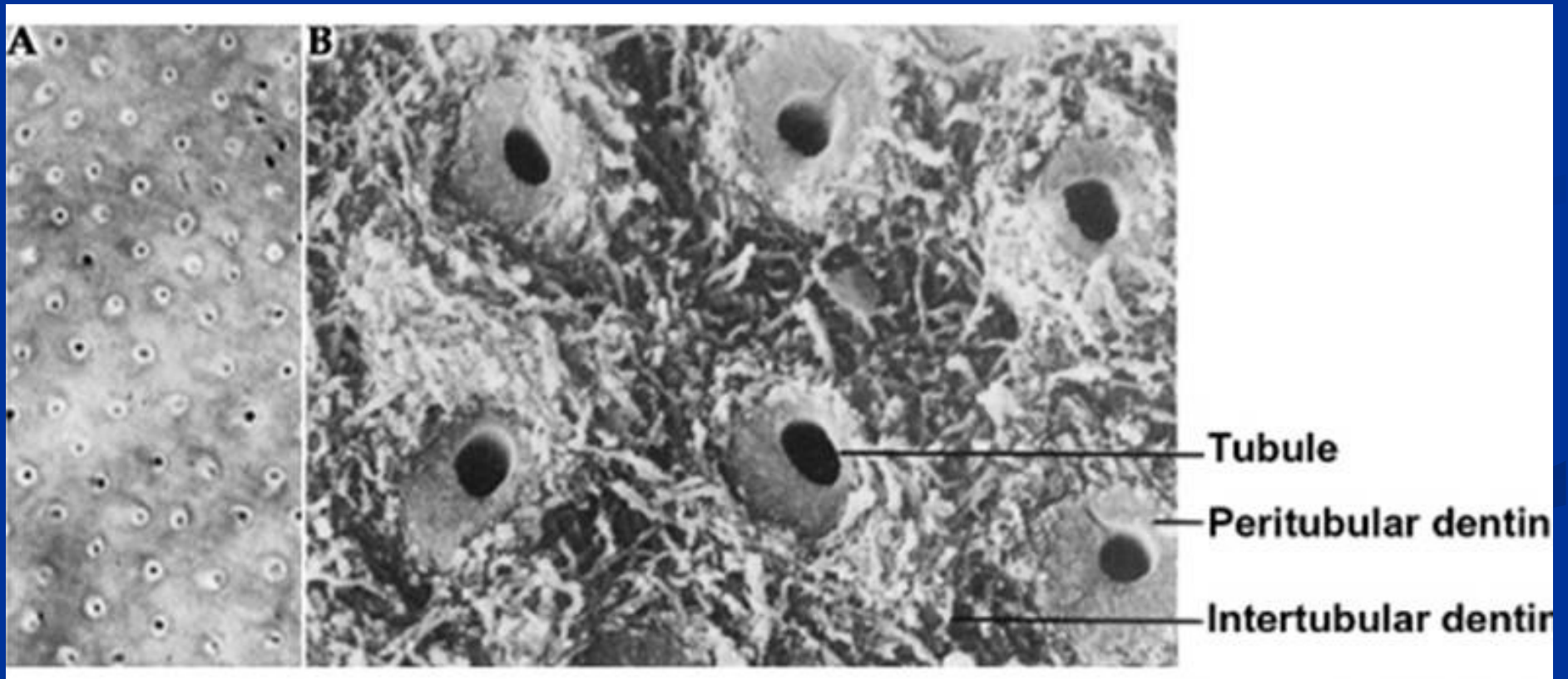


Struktura zębiny



Struktura zębiny

Oślonka Neumana - w odc. proksymalnym
Zębina okołokanalikowa
Zębina międzykanalikowa

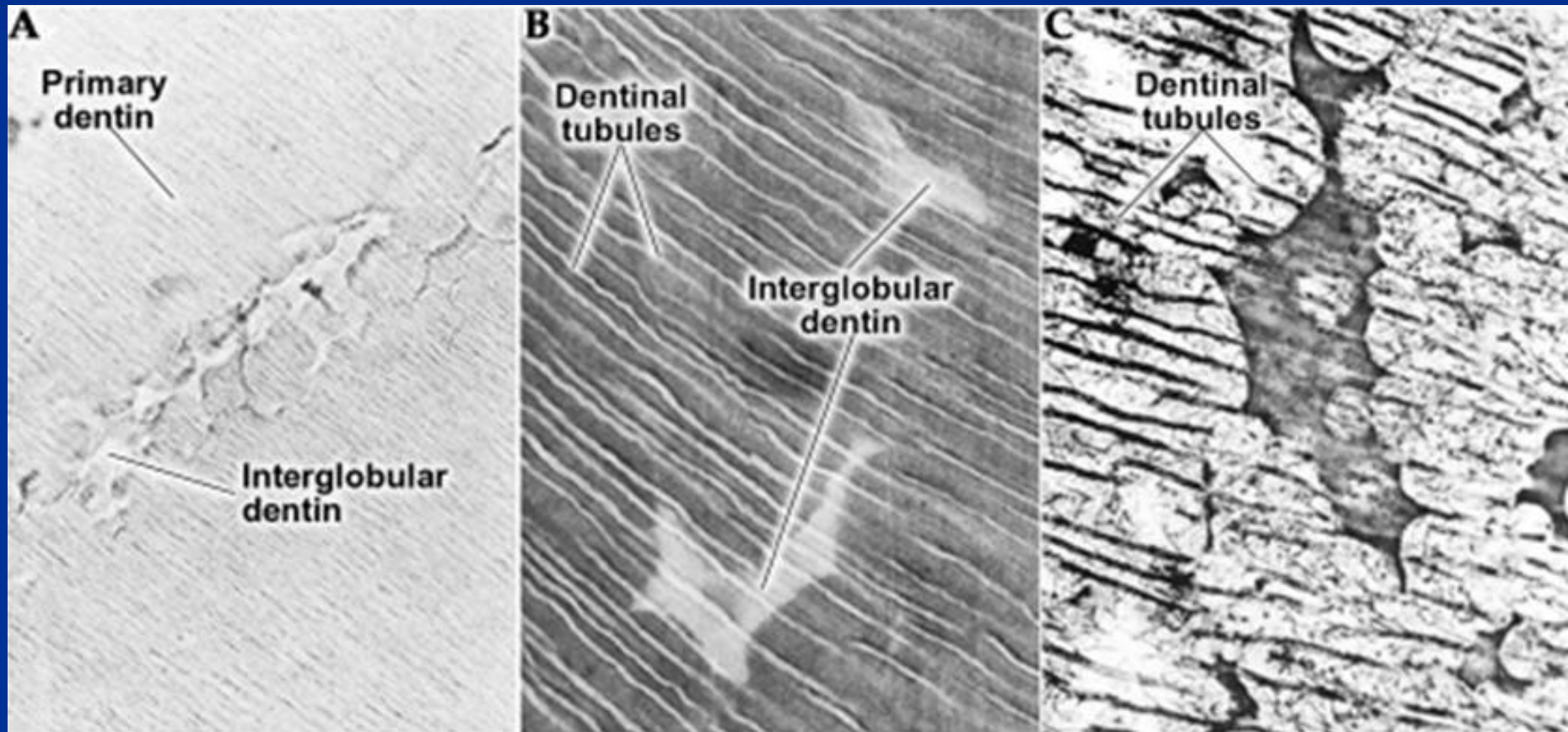


Rodzaje zębiny

Obszary zębiny:

- **zębina międzykanalikowa** – tworzy zasadniczą część bloku zębinowego;
- **zębina wewnątrzkanalikowa** (okołokanalikowa), zwaną dawniej osłonką Neumana. Wyściela ona wewnętrzną powierzchnię kanalików, nie zawiera włókien kolagenowych i drobniejsze kryształy hydroksyapatytów. Stopień jej mineralizacji wzrasta w miarę oddalania się od komory zęba oraz z wiekiem; powoduje to obliterację (zamknięcie) dystalnych odcinków kanalików u osób starszych;
- **zębina okrywowa** stanowiącą zewnętrzny pas (szerokości 20-150 um) zębiny koronowej (bezpośredni pod szkliwem). Jest ona pierwszym produktem odontoblastów. Jest słabiej zmineralizowana, a kanaliki ulegają w jej obszarze licznym rozgałęzieniom. Zębina pokrywowa produkowana jest w okresie, gdy odontoblasty nie wykazują jeszcze pełnej polaryzacji.

Kule zębinowe i przestrzenie międzykulowe



Rodzaje zębiny

Prezębina tworzy pas otaczający bezpośrednio miazgę zęba. Jest analogiem osteoidu pokrywającego powierzchnie beleczek kostnych, nie wykazuje mineralizacji, stąd brak jej na szlifach. Jej skład jest odmienny od istoty organicznej pozostałych obszarów zębiny. Wraz z wiekiem warstwa prezębiny kilkakrotnie cieńsze (do ok.10 μm), ale jej utrzymanie jest niezbędne dla zachowania żywotności odontoblastów w miazdze. Zębina pierwotna i wtórna.

Zębina pierwotna to zębina wytworzona w trakcie rozwoju zęba.

Wraz z wiekiem pojawia się tzw. **zębina wtórna** – leżąca do wewnątrz od pierwotnej, od której jest odgraniczona wyraźną **linią Owena**. Jej tworzenie rozpoczyna się w chwili uformowania korzenia (w okresie wyrzynania zęba). Przyrasta powoli, ale stale, co stopniowo zmniejsza obszar komory zęba. Jej kanaliki stanowią przedłużenie kanalików zębiny pierwotnej, choć ich przebieg ma często zmieniony kierunek.

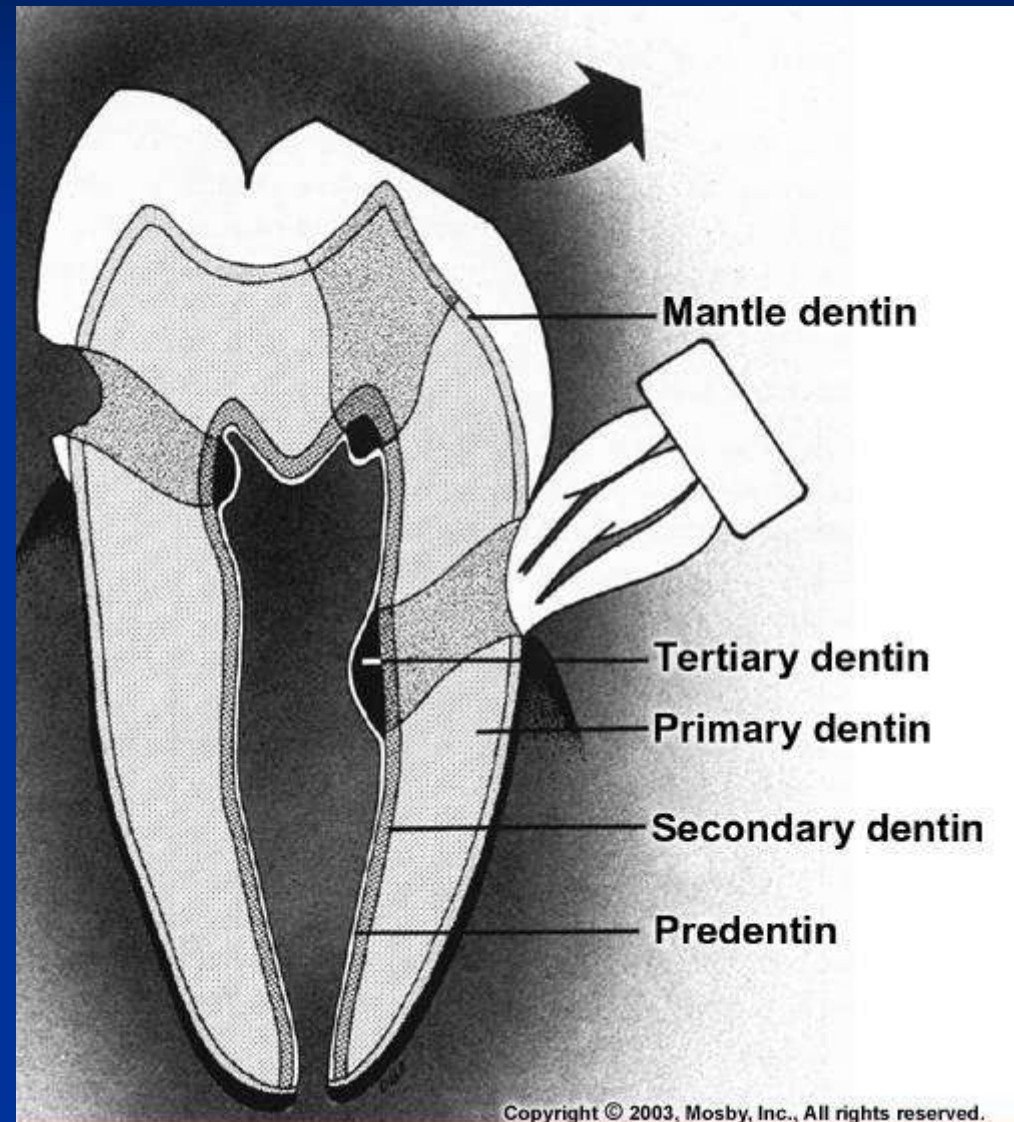
Rodzaje zębiny

Trzecia zębina (odkładana najbardziej wewnątrz) ma dwie odmiany:

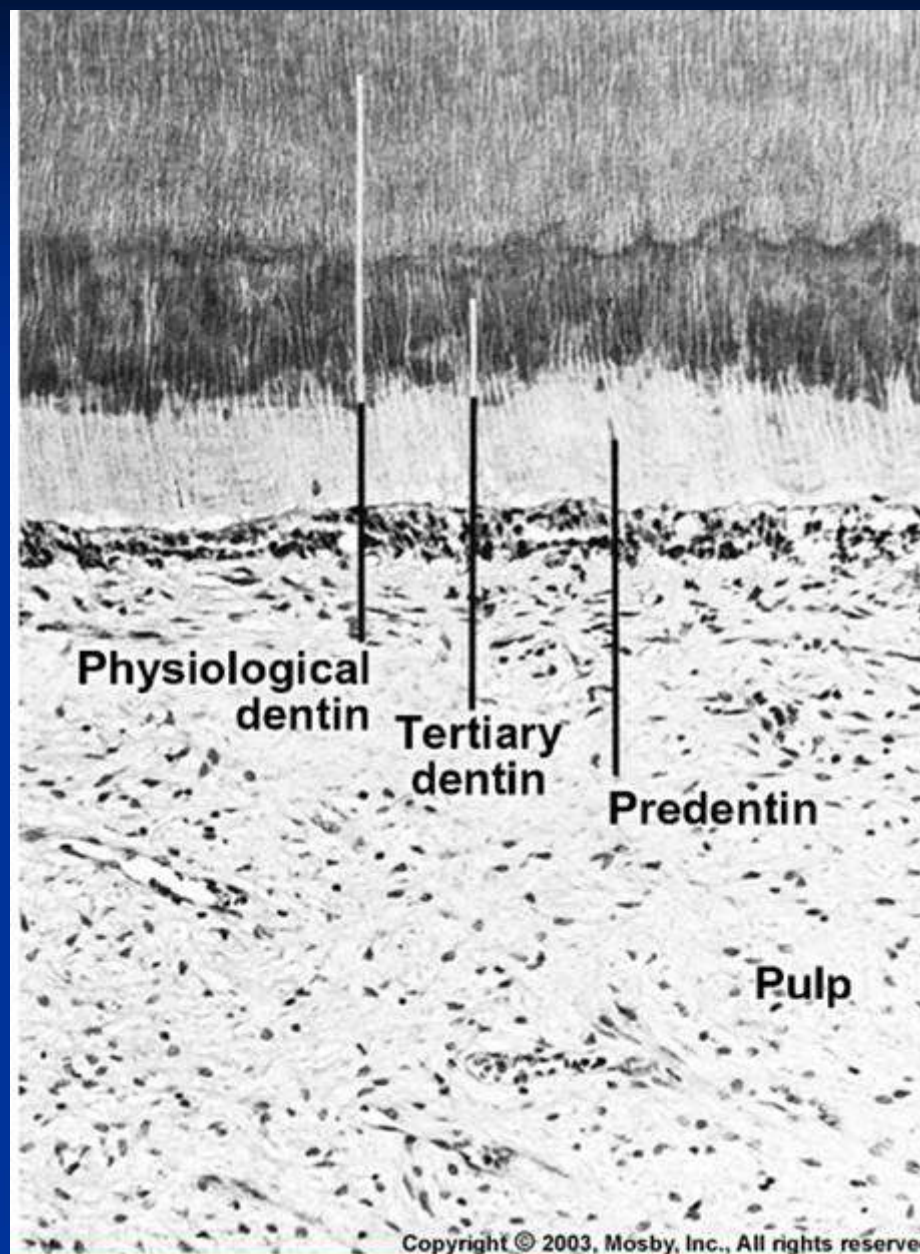
- **zębina odczynowa** - produkowana przez istniejące odontoblasty w odpowiedzi na próchnicę, lub bodźce wynikające z opracowywania ubytków i nosi nazwę. Jej skład i przebieg kanalików są podobne jak w zębinie wtórnej.
- **zębina reparacyjna** - tworzona głównie przez komórki zębinotwórcze rekrutujące się z komórek macierzystych miazgi i zastępujące odontoblasty (które mogą obumierać np. w przebiegu procesu zapalnego wywołanego antygenami bakteryjnymi). Jest ona wyraźnie odgraniczona od typowej zębiny i posiada odmienną budowę.

Rodzaje zębiny

- Płaszczowa
- Pierwotna
- Wtórna
- Naprawcza
- Sklerotyczna



Rodzaje zębiny



Szlif zęba 1

Szklivo

Zębina

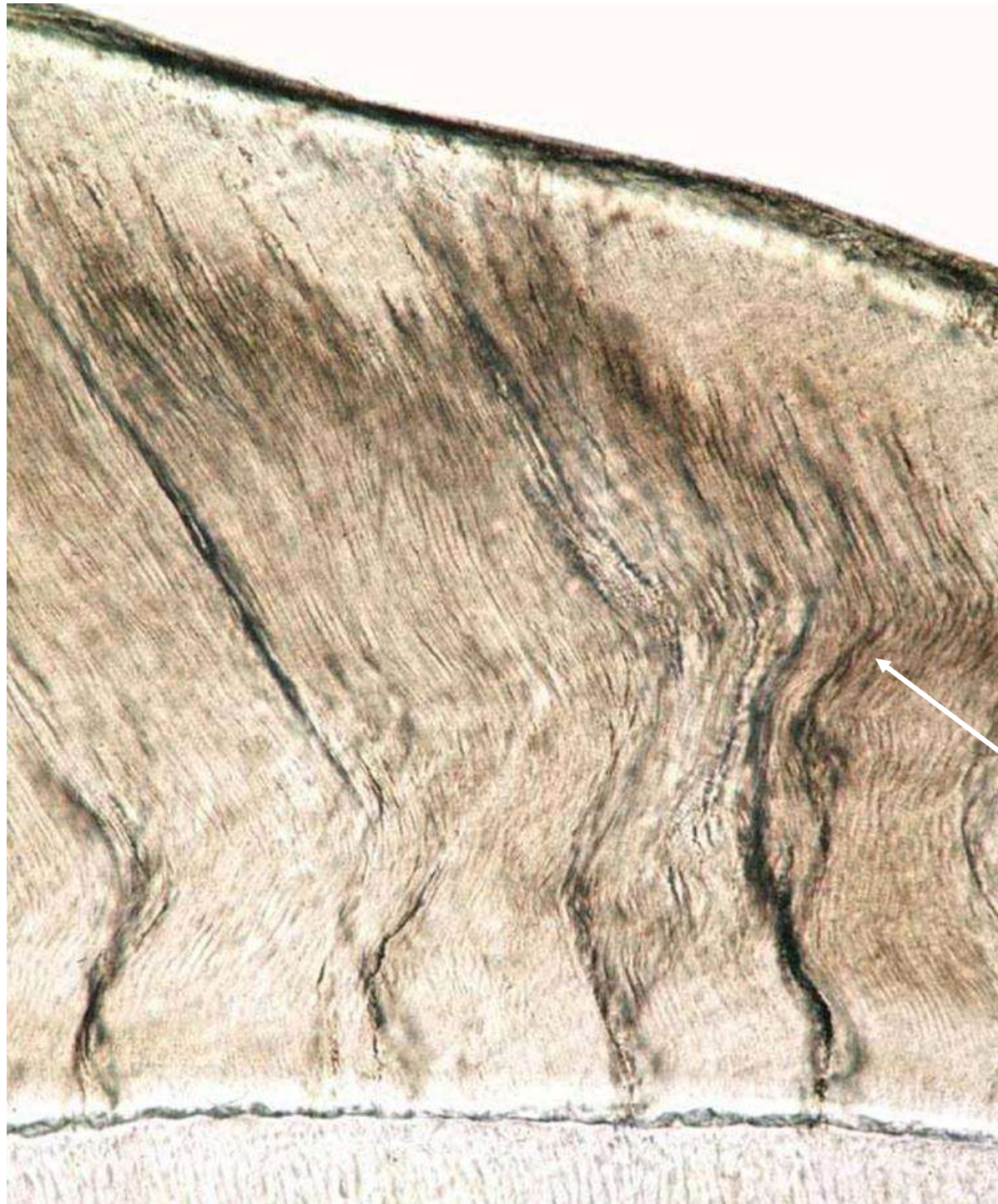
Miazga

Połączenie
szklwno-
cementowe

Cement



Szlif zęba 2



Pryzmaty Szkliwa

Zębina

SZKLIWO

- Najtwardsza i najbardziej zmineralizowana tkanka w organizmie
- Nie zawiera komórek
- Nie zawiera naczyń krwionośnych
- 96% stanowi minerał
- 1% substancja organiczna
- 3% woda

SZKLIWO

Granica szkliwa i zębiny (linia szkliwno-zębinowa) jest ząbkowana.

W tym obszarze spotyka się następujące struktury:

- **wrzeciona szkliwne:** są to szerokie, pojedyncze kanaliki zębiny obecne na terenie szkliwa, wokół których występuje niewielka ilość kolagenu. Wrzeciona są wynikiem migracji wypustek, a nawet pojedynczych odontoblastów pomiędzy ameloblasty w okresie rozwoju zawiązka zęba;
- **pęczki szkliwne:** są to wiązki pryzmatów bogatszych w składniki organiczne (słabiej zmineralizowanych), sięgające nawet do $1/3$ grubości szkliwa;
- **blaszki szkliwne:** są to pęczki pryzmatów słabiej zmineralizowane na całej swej długości, sięgające do powierzchni szkliwa. Stanowią miejsca zmniejszonej oporności szkliwa.

SZKLIWO

Pryzmaty szklivne. Szkliwo zbudowane jest z pryzmatów i istoty międzypryzmatycznej:

- **pryzmaty** - wąskie, bardzo wydłużone strukturalne podjednostki szkliwa. Ich szerokość wynosi ok. 5 μm , a na przekroju poprzecznym mają kształt dziurki od klucza, arkady lub łuski. Przebiegają przez całą grubość szkliwa, przy czym w rzeczywistości, ze względu na pofalowany przebieg, ich długość jest jeszcze większa.
- **istota międzypryzmatyczna** - między pryzmatami, równie silnie zmineralizowana, ale o kryształach leżących pod kątem wobec kryształów pryzmatycznych.

Pryzmaty są ułożone w pęczki biegnące prostopadle do powierzchni (w rejonie wewnętrznym i zewnętrznym szkliwa) oraz skośnie w pasie środkowym, gdzie się krzyżują. Cienka warstwa szkliwa przylegająca bezpośrednio do zębiny oraz warstwa leżąca na powierzchni są zbudowane wyłącznie z istoty międzypryzmatycznej.

SZKLIWO

Głównym budulcem pryzmatów szkliwa są **ogromne kryształy hydroksyapatytowe**, o rozmiarach niespotykanych w innych tkankach zmineralizowanych.

- Mają postać śrubowato skrzyżowanych płytek szerokości 60 nm, grubości 30 nm i długości. równej długości pryzmatu.
- Kryształy zawierają reszty węglanowe podstawiające grupy fosforanowe, magnez w miejscu wapnia oraz fluor w pozycji grup hydroksylowych.
- Rdzeń kryształu zawiera więcej węglanów oraz magnezu i jest bardziej podatny na rozpuszczanie niż jego obwód.
- Zastąpienie w strukturze hydroksyapatytu reszty hydroksylowej jonem fluorowym zwiększa stabilność i twardość kryształów oraz czyni szkliwo bardziej odpornym na działanie niskiego pH.

SZKLIWO

W szlifie zęba w szkliwie widoczne są dwa rodzaje liniowych zaciemnień:

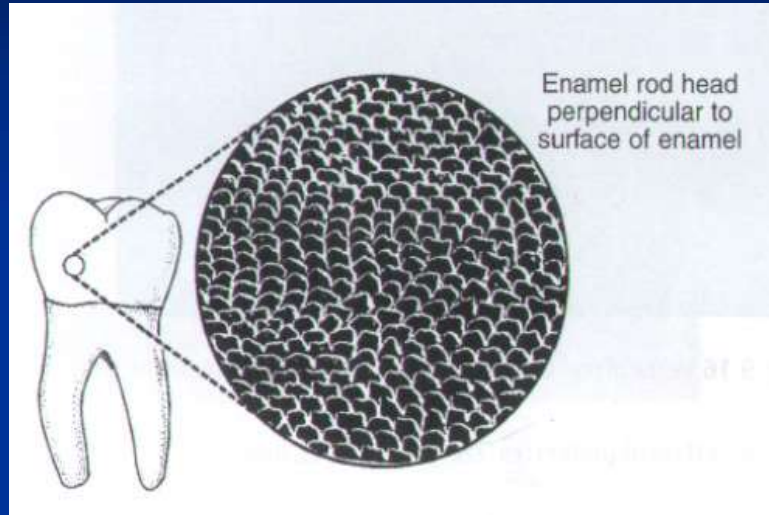
- linie Huntera-Schregera
- linie Retziusa.
- Pierwsze z nich, widoczne lepiej w świetle padającym, powstają dzięki temu, że przecięte pod odmiennym kątem pęczki pryzmatów różnie załamują światło.
- Linie Retziusa (zwane również prążkami lub smugami szkliwnymi) dostrzegane są w świetle przechodzącym i odzwierciedlają okresowe zaburzenia mineralizacji podczas tworzenia szkliwa; szczególnie wyraźna jest tzw. linia neonatalna. Dobowe cykle mineralizacji widoczne są na pojedynczych pryzmatach jako drobne poprzeczne prążki, które stają się wyraźniejsze po nieznacznym odwapnieniu.

SZKLIWO

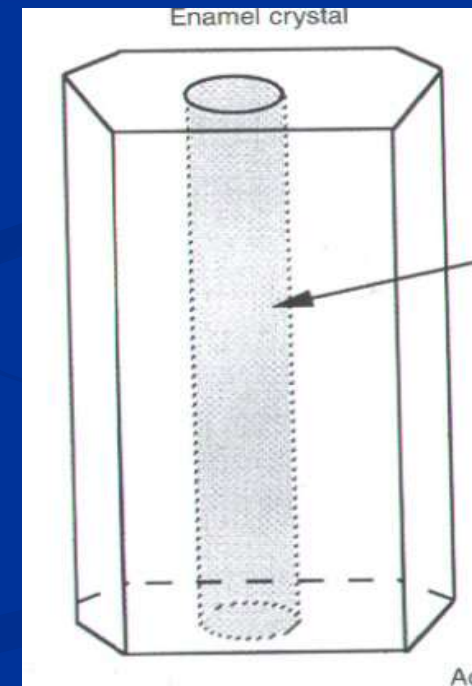
Składniki organiczne szkliwa to specyficzne dla szkliwa białka:

- **amelogeniny**
- **nieamelogeniny:**
 - enameliny
 - ameloblastyny
 - tufteliny

SZKLIWO



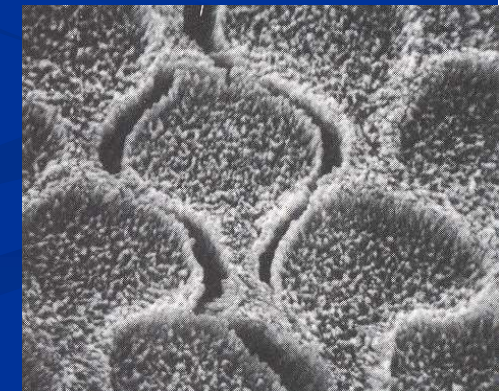
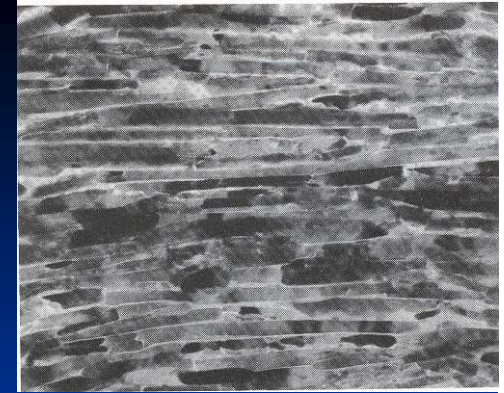
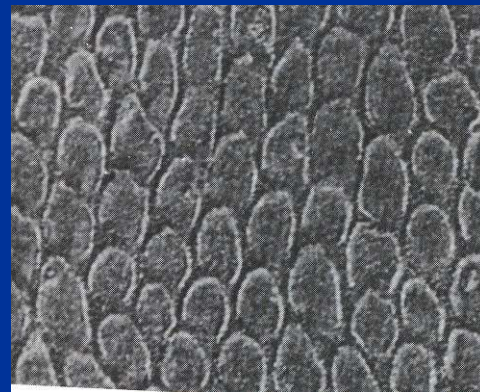
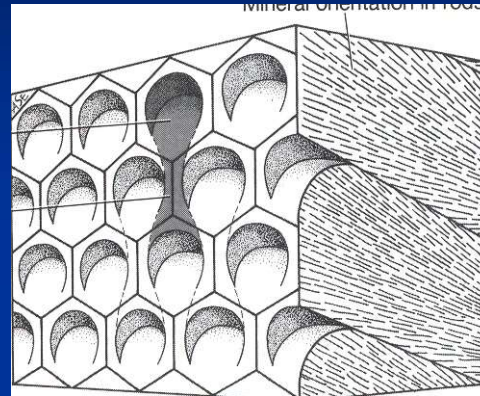
- KRYSZTAŁY
TWORZĄ PRYZMATY

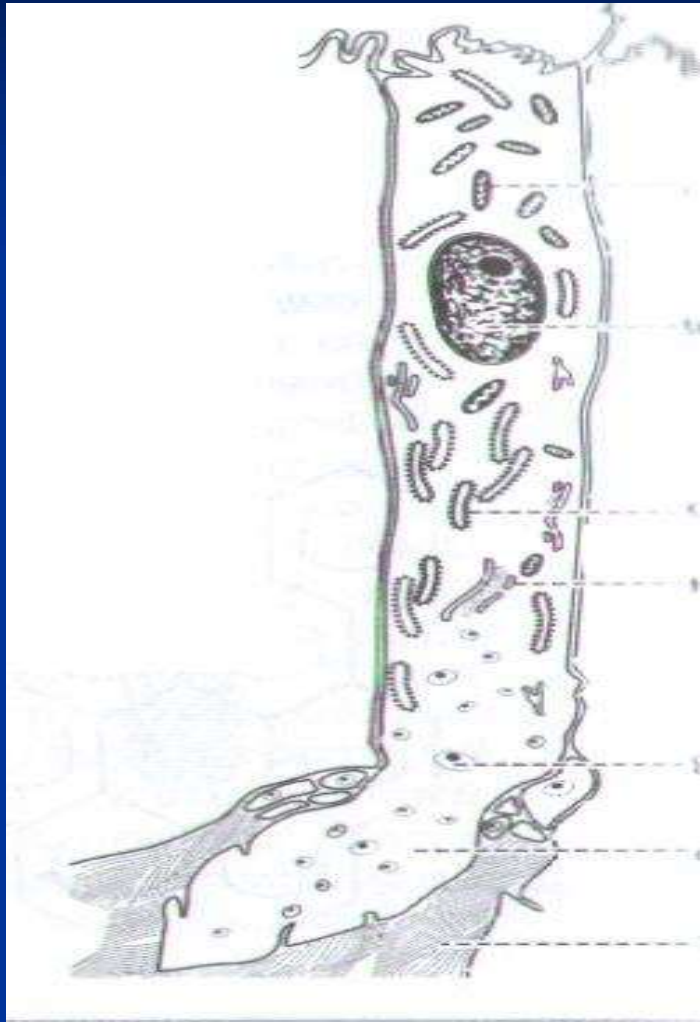


SZKLIWO budowa

STRUKTURA PRYZMATYCZNA

- w zębie ok. kilka milionów pryzmatów
- szerokość 3-5 μm
- długość ok. 2mm
- na przekroju poprzecznym kształtu „dziurki od klucza”





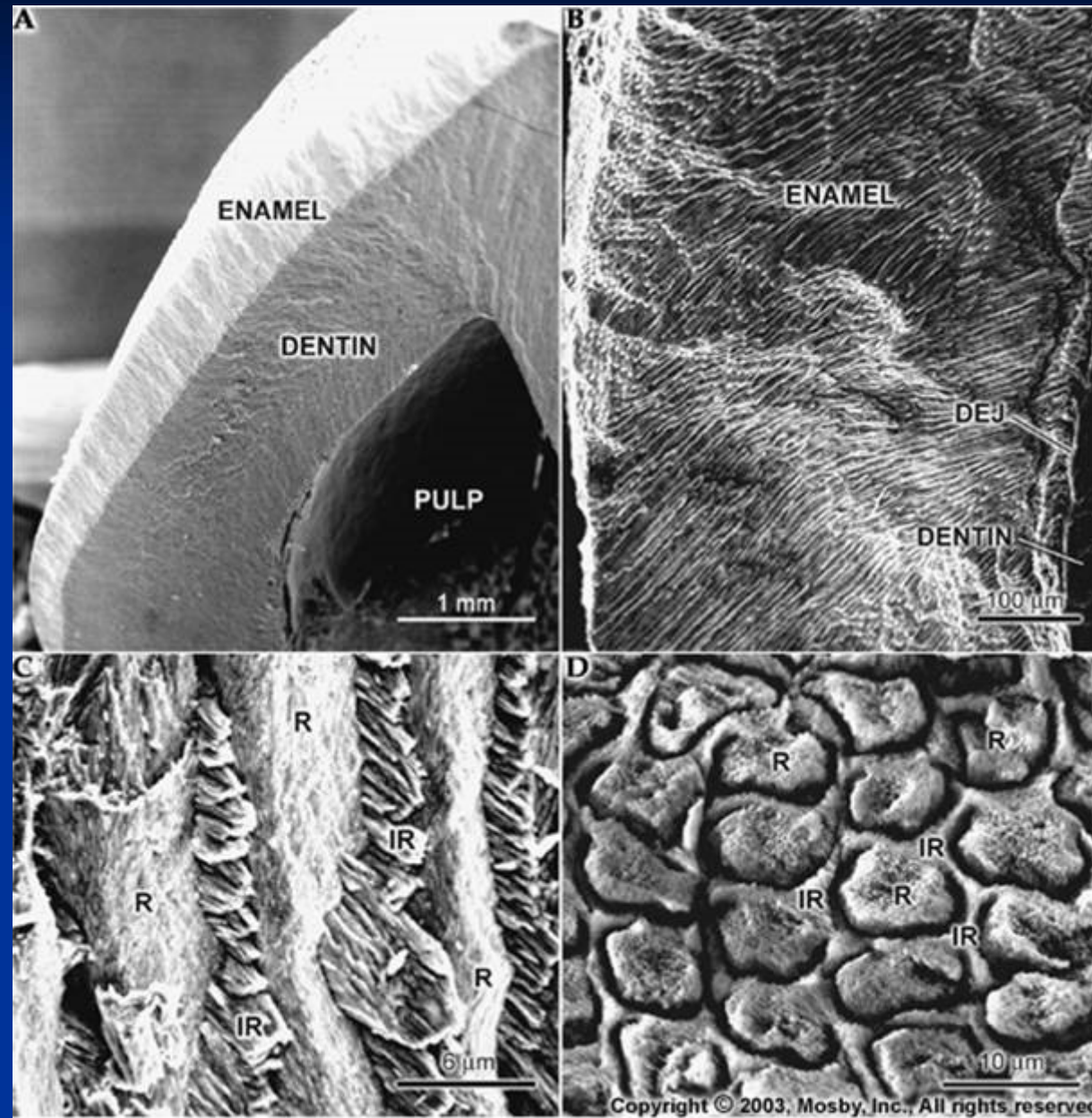
AMELOBLASTY

wydłużone komórki
syntetyzują i wydzielają
substancje
międzykomórkową
szkliwa

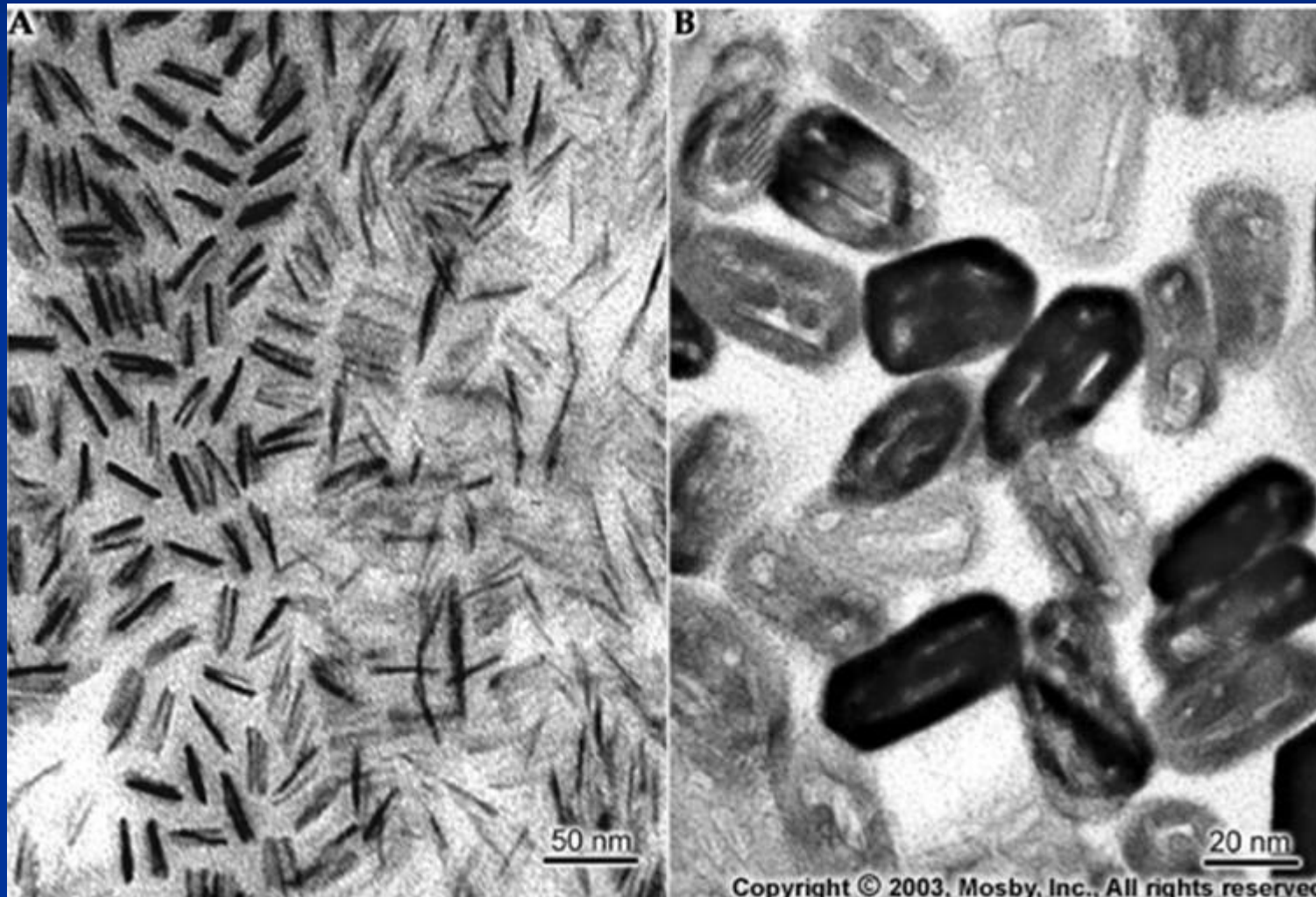
nie występują w szkliwie
dojrzałym

mają wypustkę Tommesa

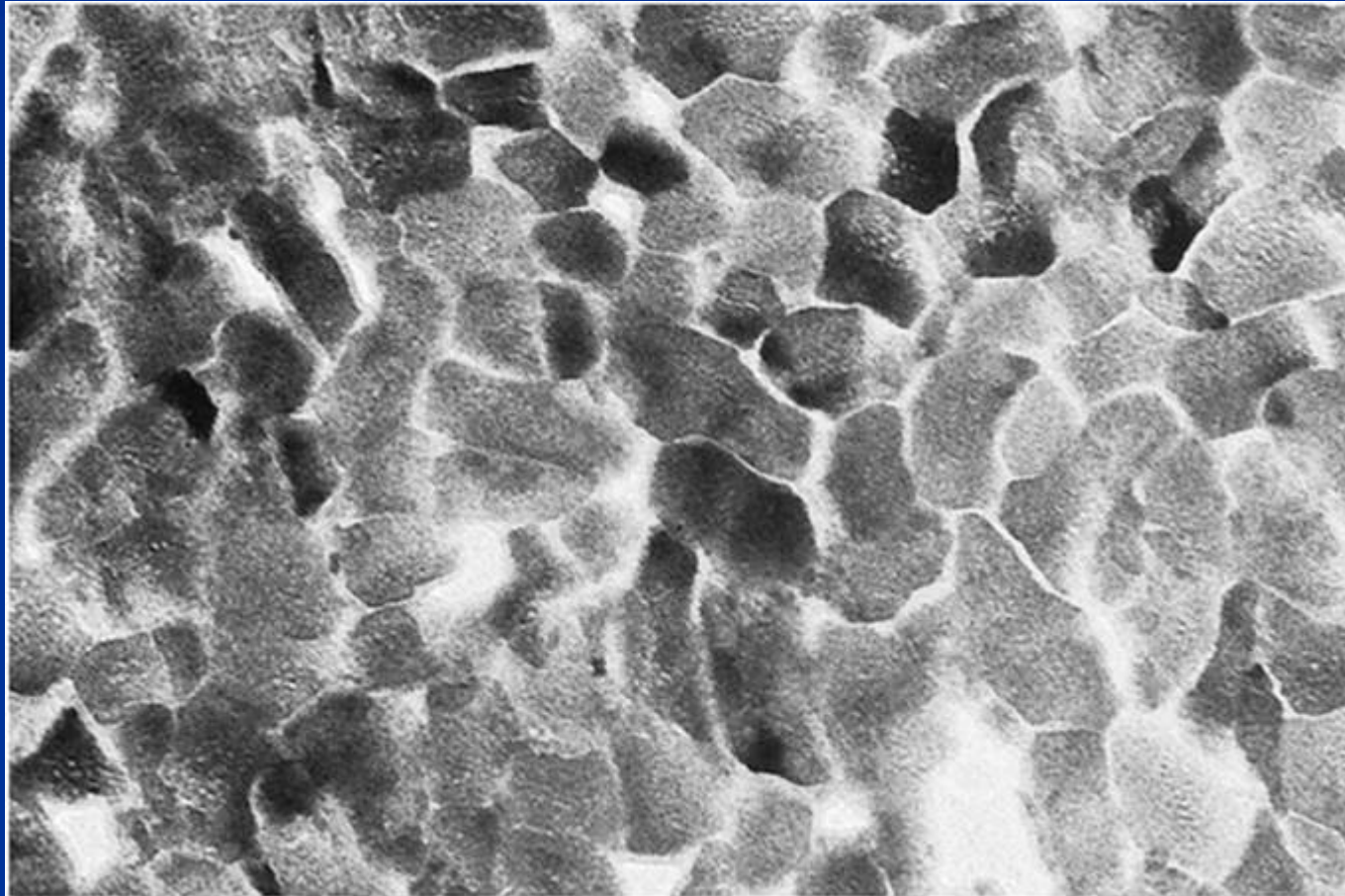
Szkliwo



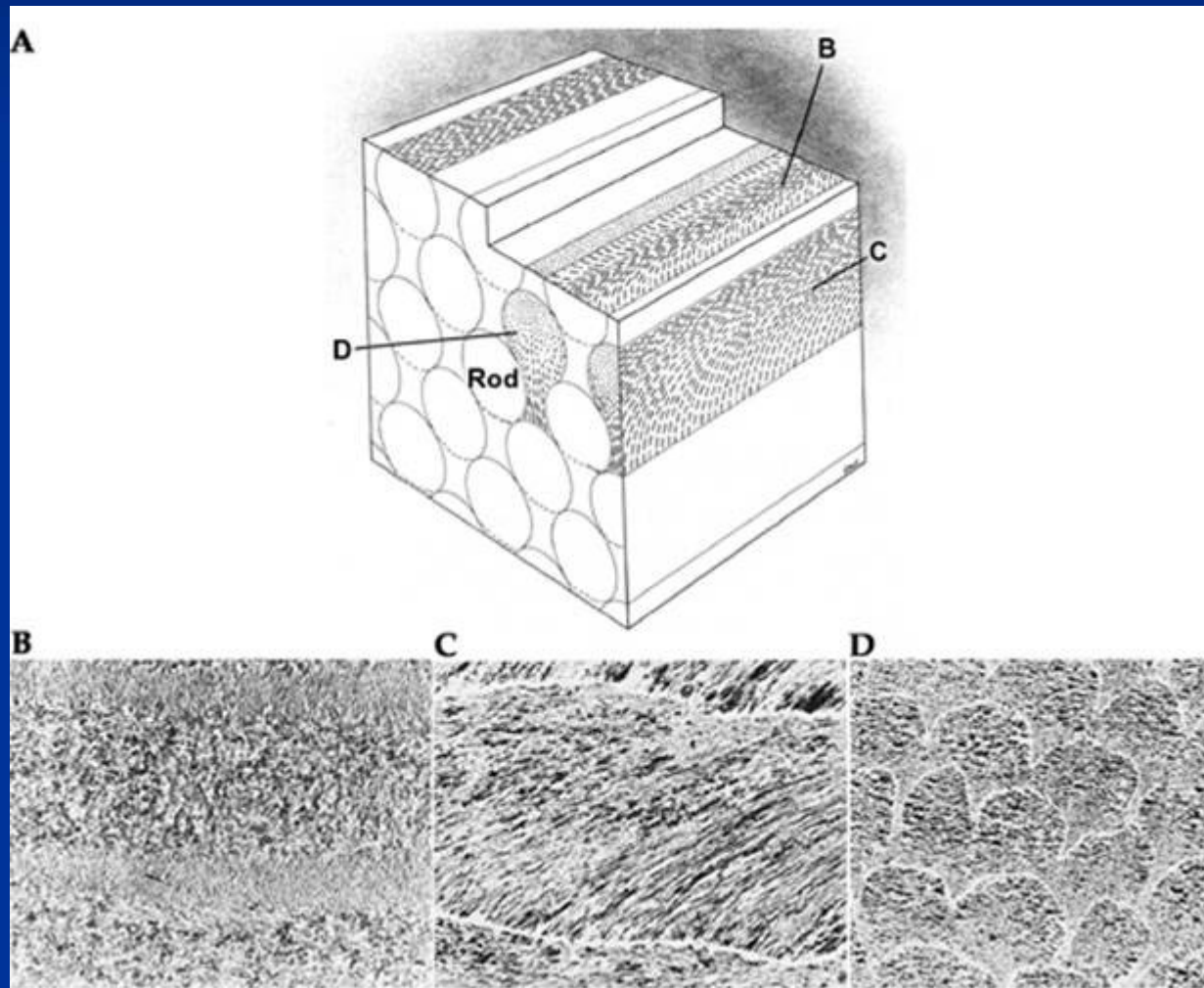
Szklivo – narodziny kryształów



Dojrzałe kryształy szkliwa



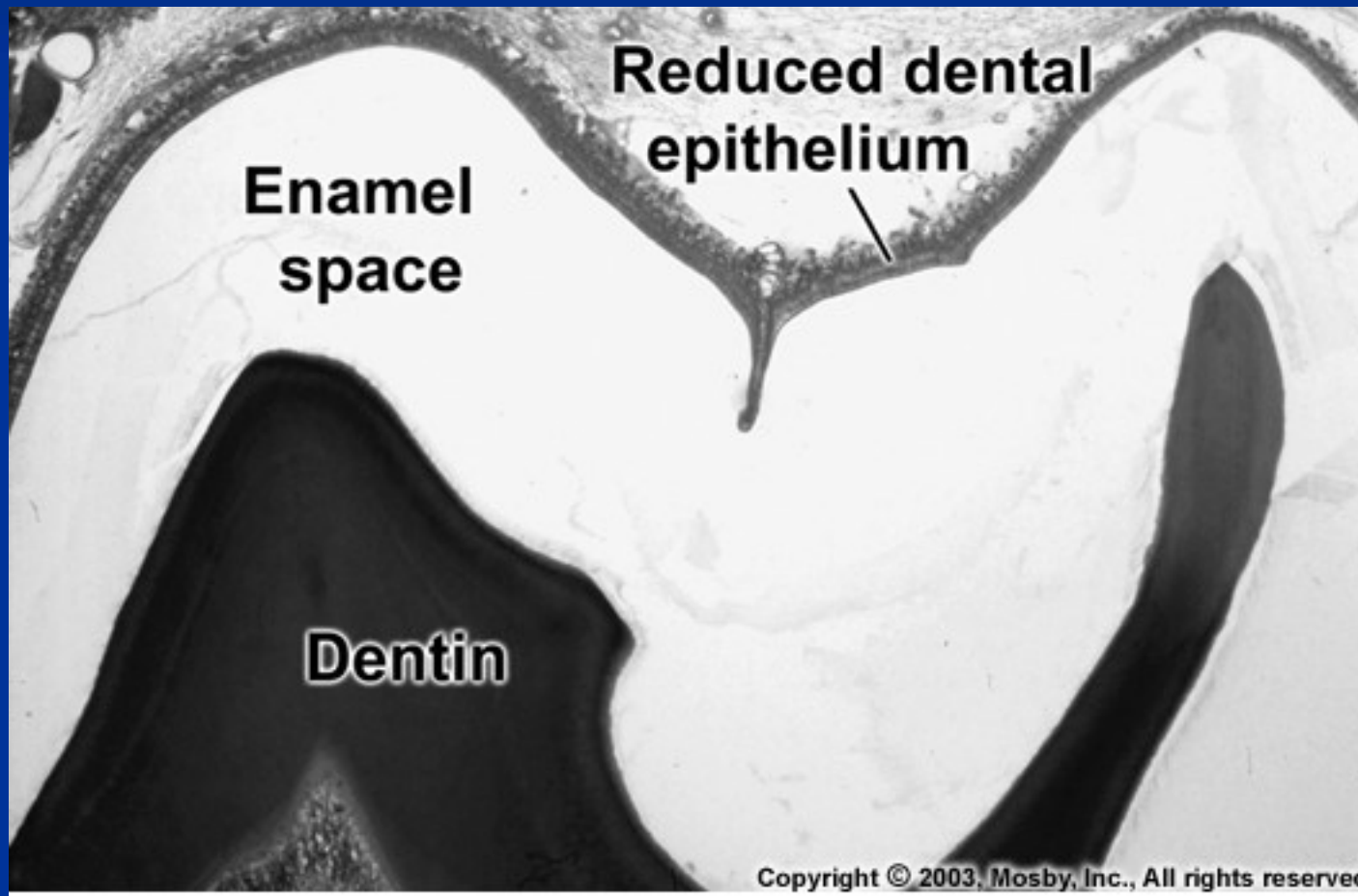
Szkliwo



Szkliwo- wypustki Tomesa



Szkliwo



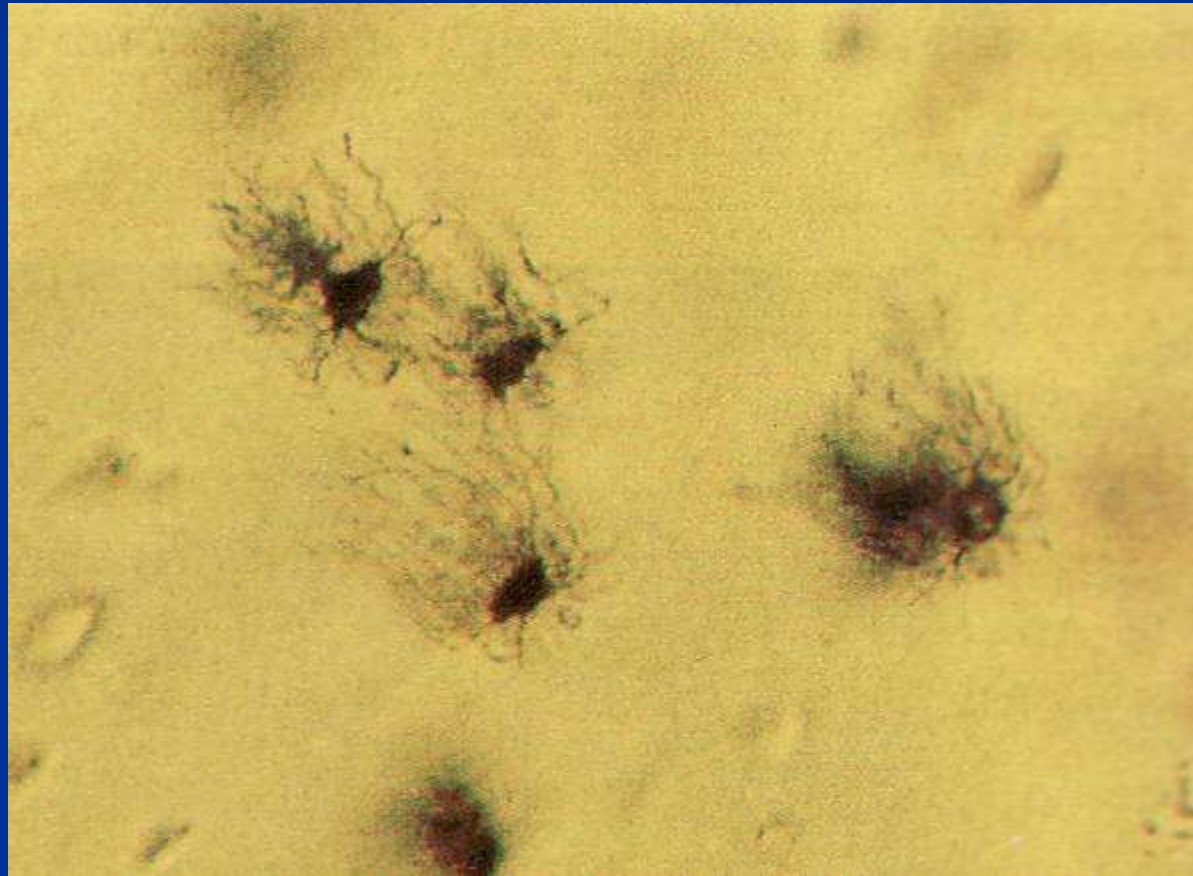
CEMENT

- Substancja nieorganiczna 45 - 50 %
- Substancja organiczna 45 - 50 %
- Woda 10 %
- Pokrywa korzeń zęba
- Cement pierwotny - bezkomórkowy
- Cement wtórny - cementocyty
- W cemencie zatopione włókna Sharpeya z ozębnej

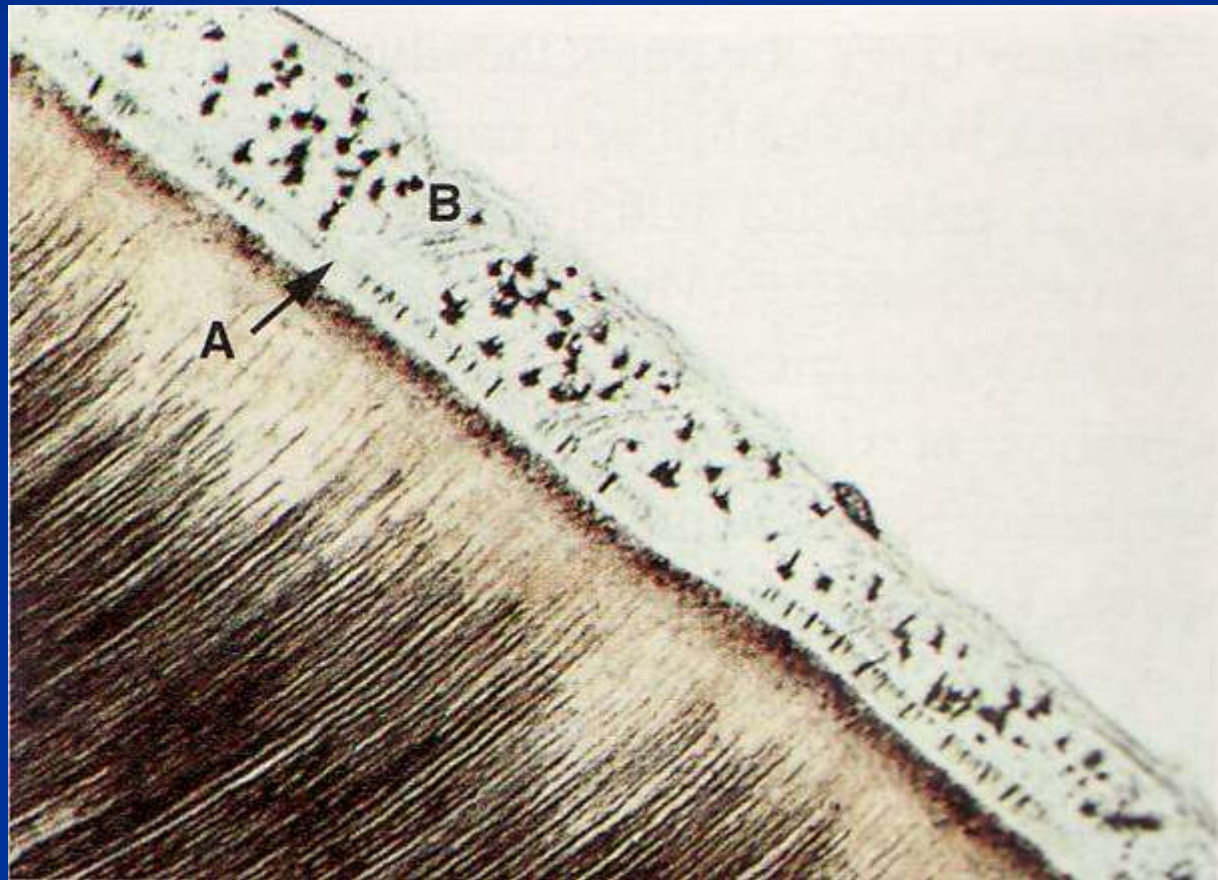
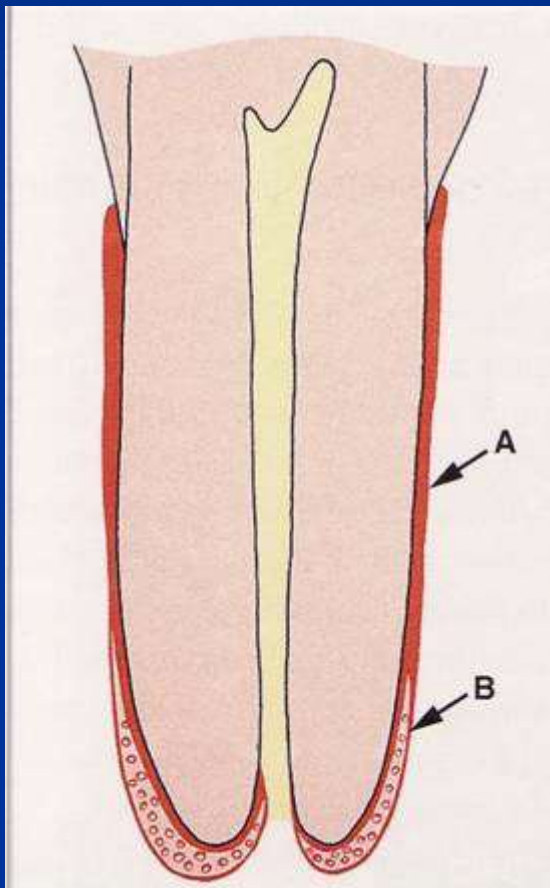
Cement korzeniowy

- Funkcjonalnie należy do aparatu więzadłowego
 - Jest tkanką podobną do kości lecz o odmiennej funkcji i architekturze minerału. Komórki są niemal identyczne
1. Chroni zębinę korzenia
 2. Naprawia ubytki w tk. korzenia
 3. Łączy się z więzadłem ozębnowym
 4. Zapobiega resorpcji korzenia

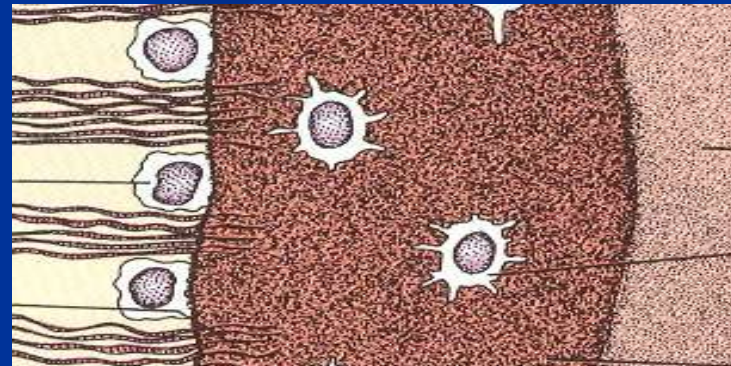
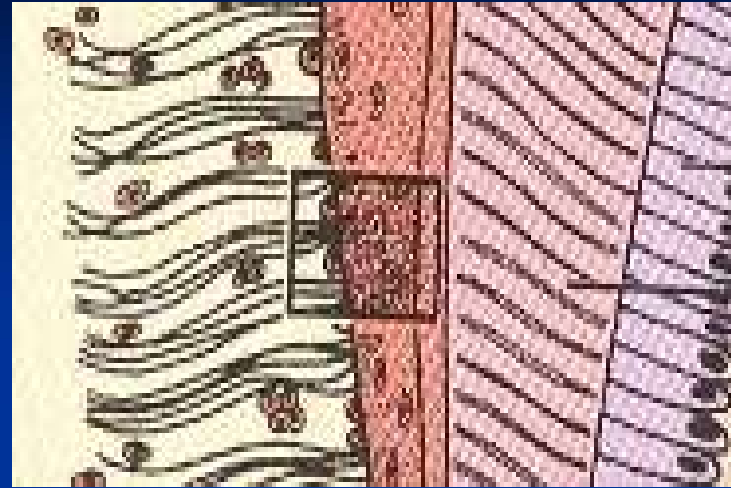
Cementocyty w jamkach



Cement komórkowy i bezkomórkowy

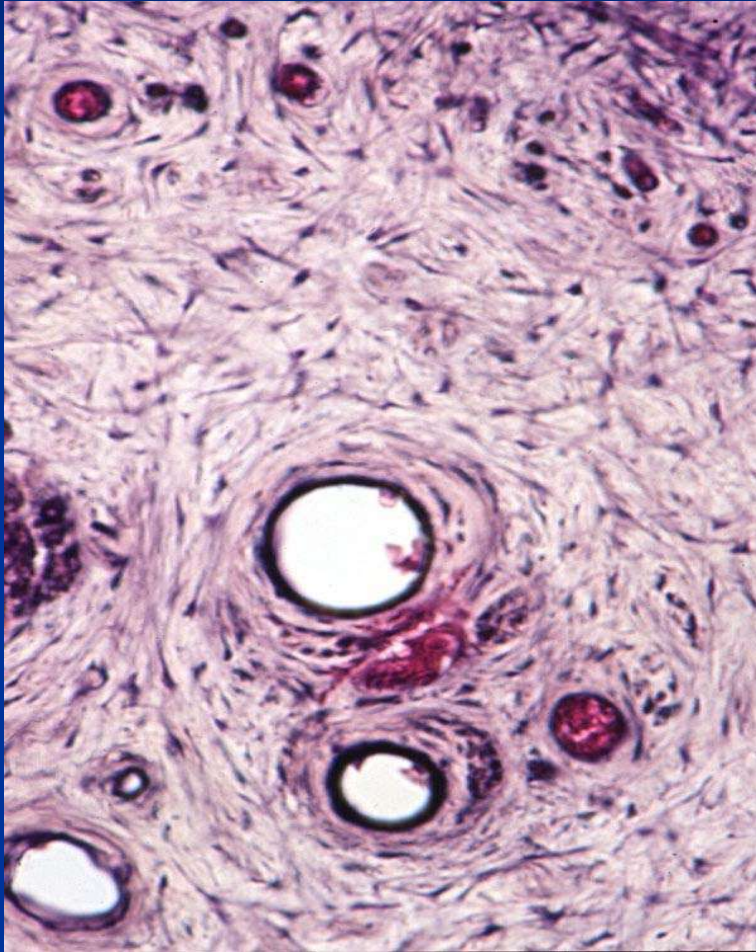


- Cement pierwotny-bezkomórkowy
- Cement wtórny-komórkowy





MIAZGA

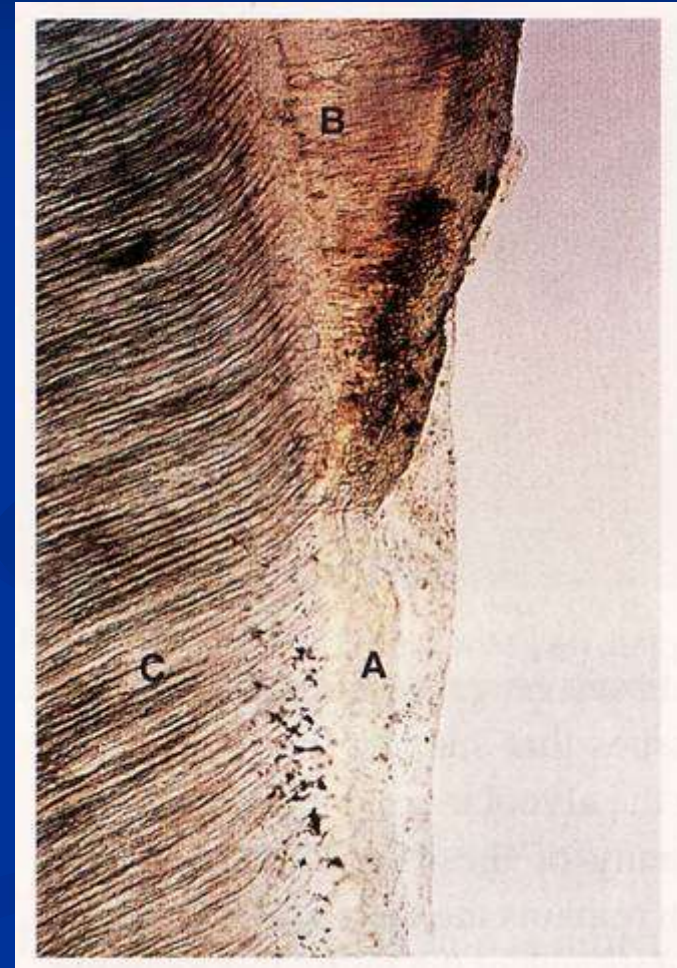
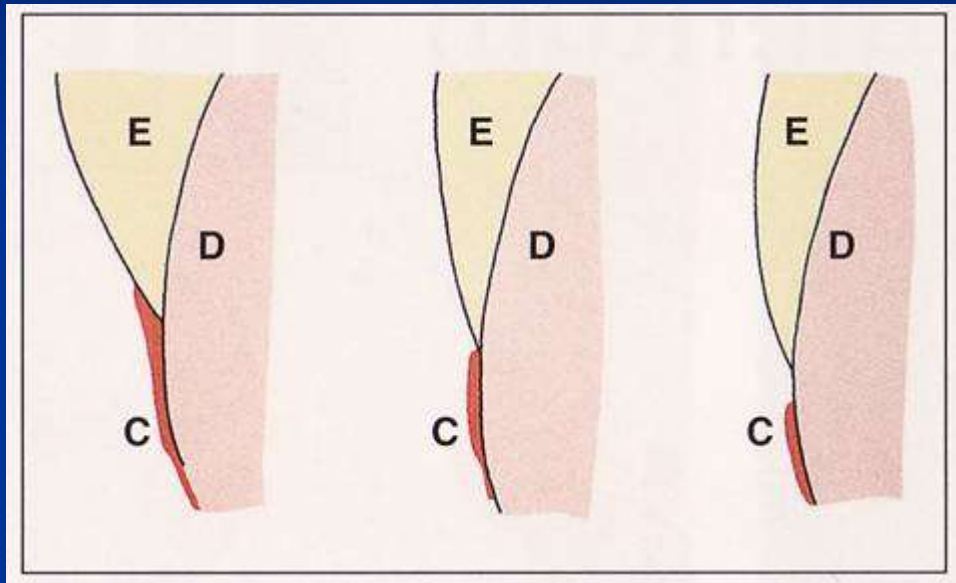


- tkanka łączna wypełniająca komorę zęba i kanał korzenia
- komórki i substancja międzykomórkowa charakterystyczne dla tkanki łącznej
- unaczyniona i unerwiona

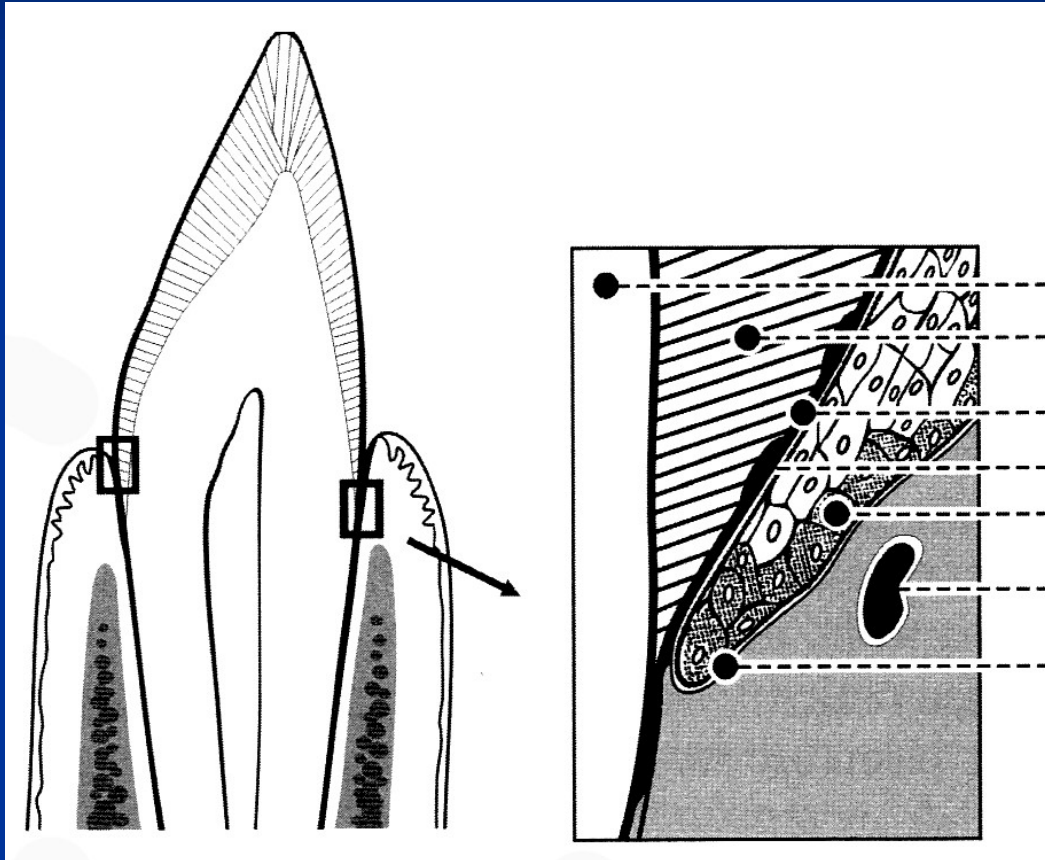
MIAZGA- funkcje

- Tworzenie zębiny
- Obrona
- Odżywianie
- Funkcja czucia – bólu, ucisku, temperatury, bodźce chemiczne

Połączenie szklwno-cementowe



Struktura nabłonka łączącego



zębina
szkliwo

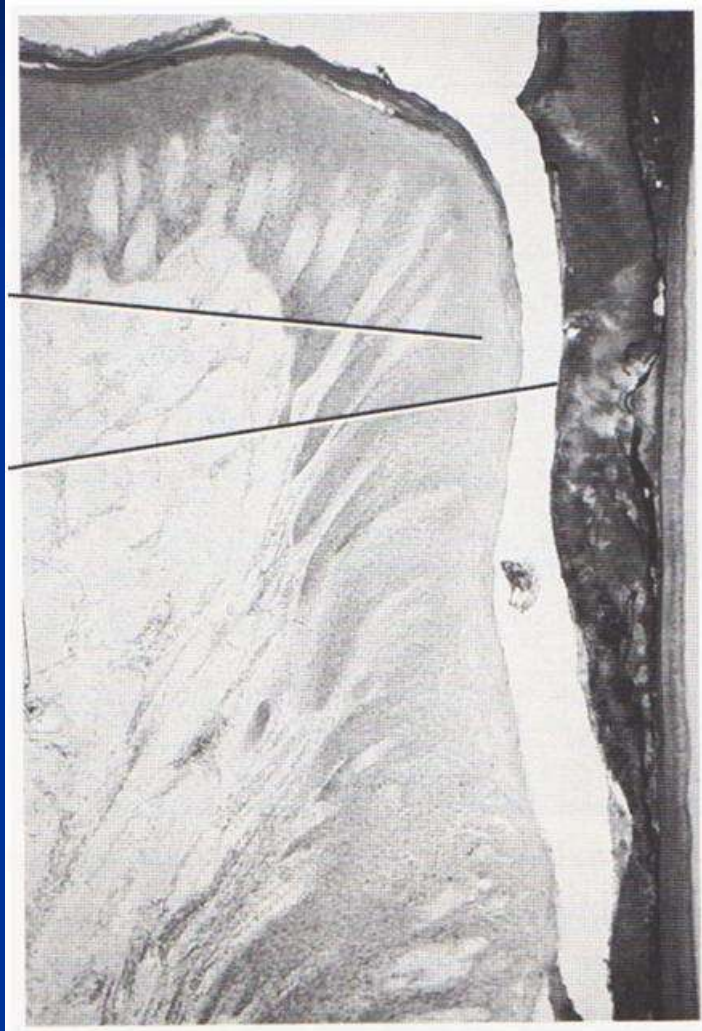
bł. podst. wew.

warstw. podst. nabl

bł. podst. zew.

Nabłonek łączący

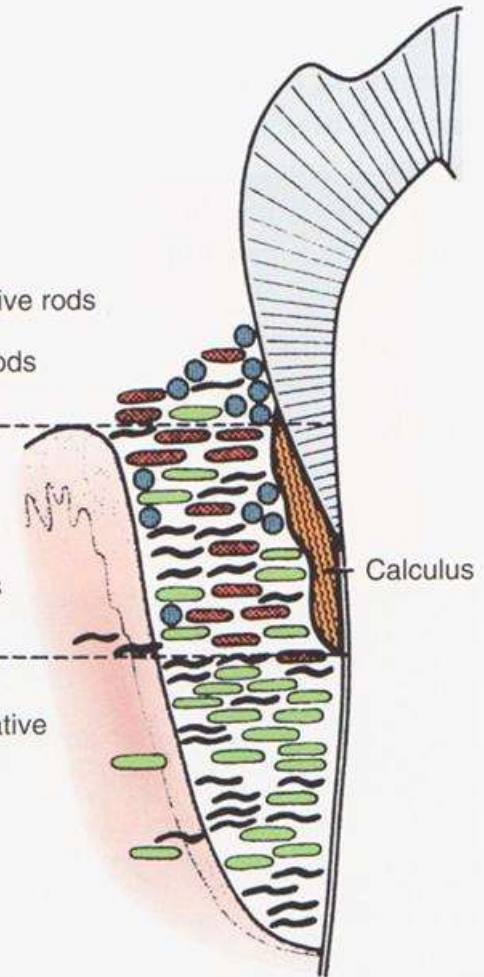
- Odmienna budowa
 - Przestrzeń międzykomórkowa to aż 18%
 - Mniej desmosomów
 - Wysoka przepuszczalność dla płynów
 - Nierogowaciejący
 - Szybko odnawialny, łatwo regenerujący
 - Dwie blaszki podstawne (zewn. i wewn.)



A Supragingival plaque
 Predominantly gram-positive rods
 and cocci
 Very few gram-negative rods
 and motile forms

B Subgingival plaque
 Marginal plaque
 Mostly gram-positive rods
 and cocci
 Some gram-negative rods
 and motile forms

Pocket plaque
 Predominantly gram-negative
 rods and motile forms



Calculus

Ozębna

Składa się z :

■ Komórek:

- fibroblasty
- komórki prekursorowe cementu i kości
- komórki tuczne
- makrofagi

■ Macierz

zewnątrzkomórkowa

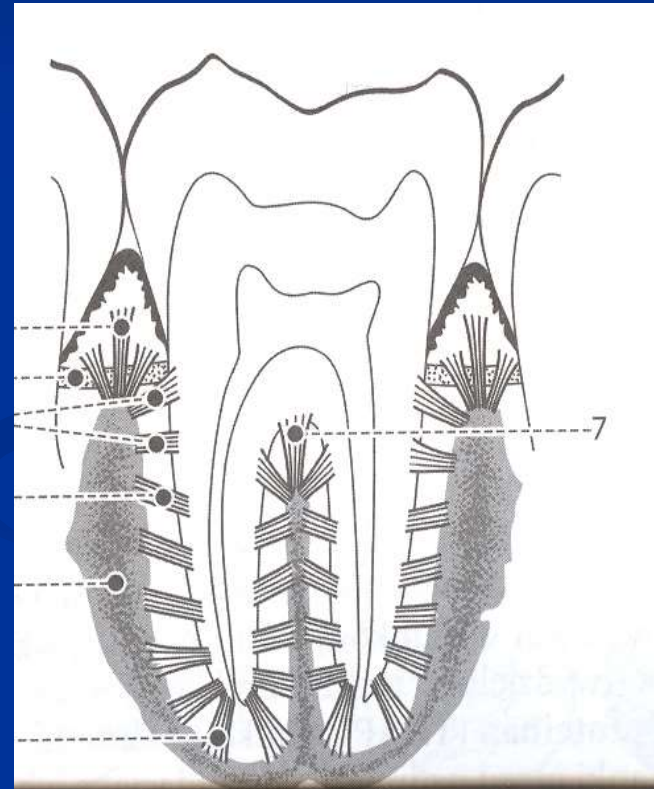
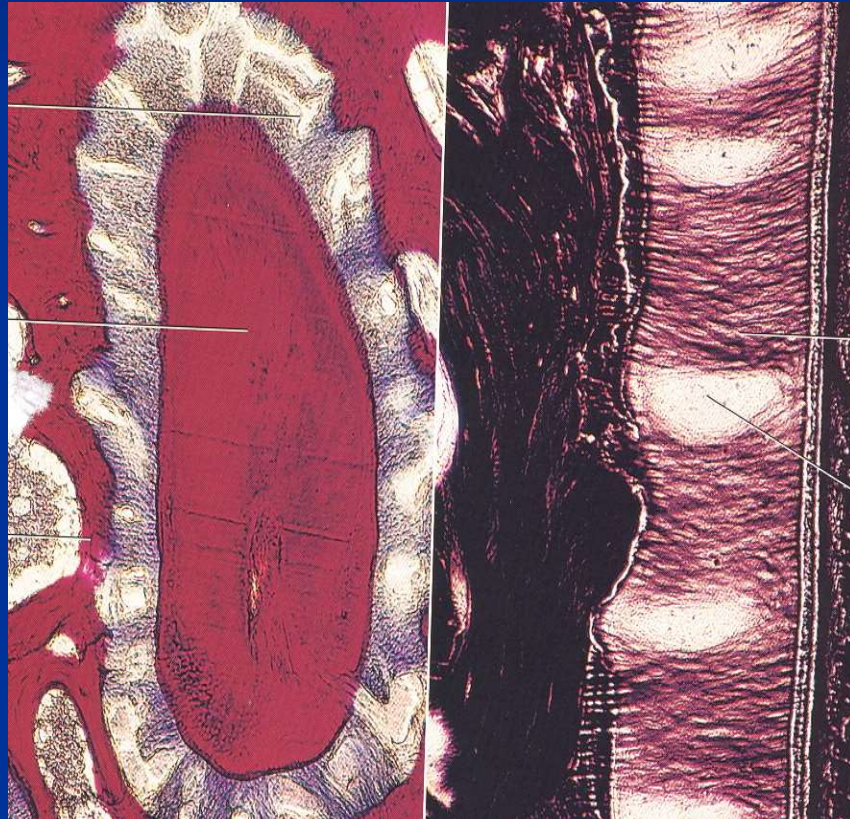
- proteoglikany
- kolagen typu I

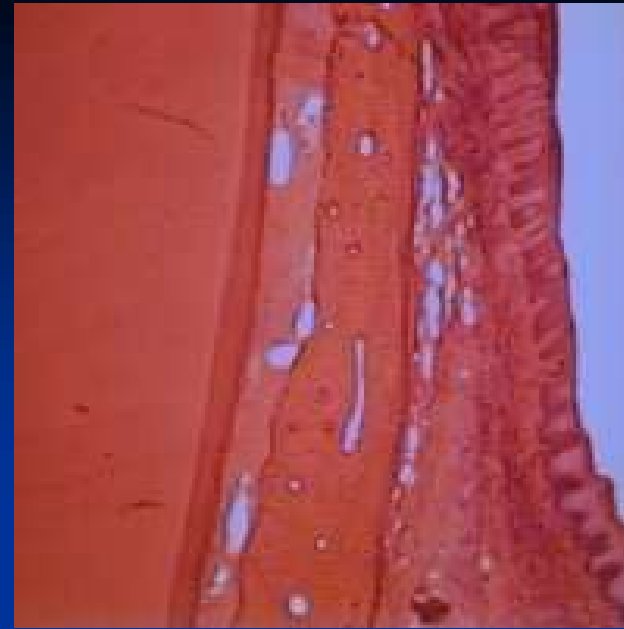


Ozębna

- Naczynia tętnicze
- Naczynia żyłne
- Naczynia limfatyczne
- Receptory bólu
- Receptory czucia ucisku
- Aparat więzadłowy zęba

Ozębna

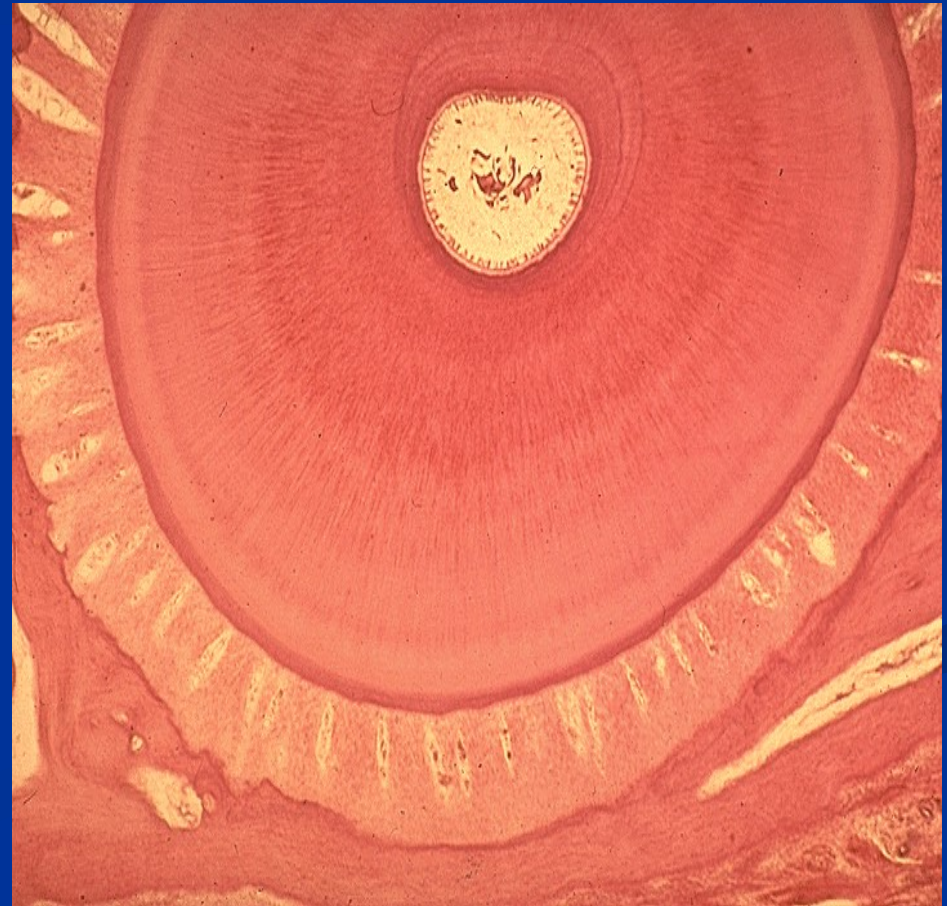




Ozębna



Ozębna





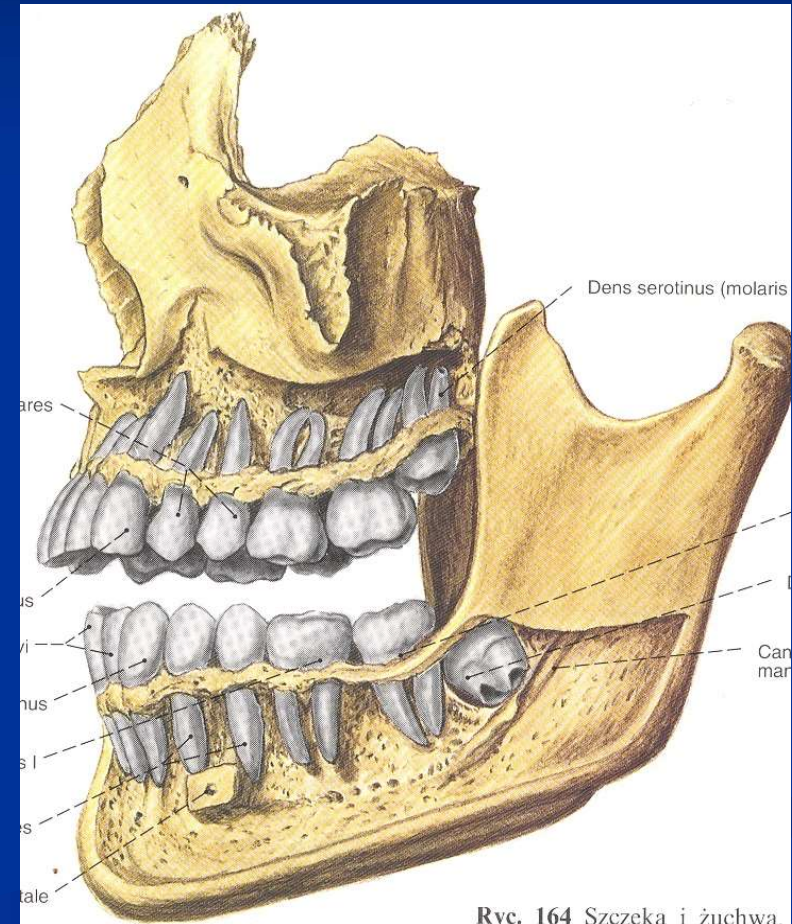
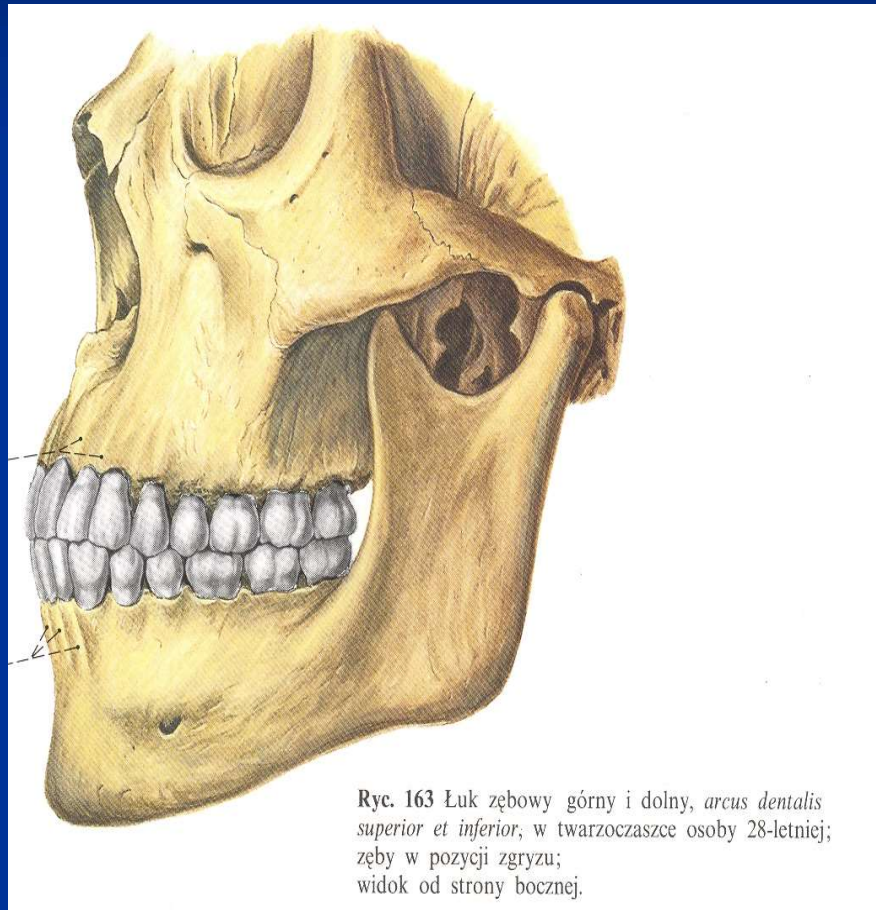
Ozębna

funkcje:

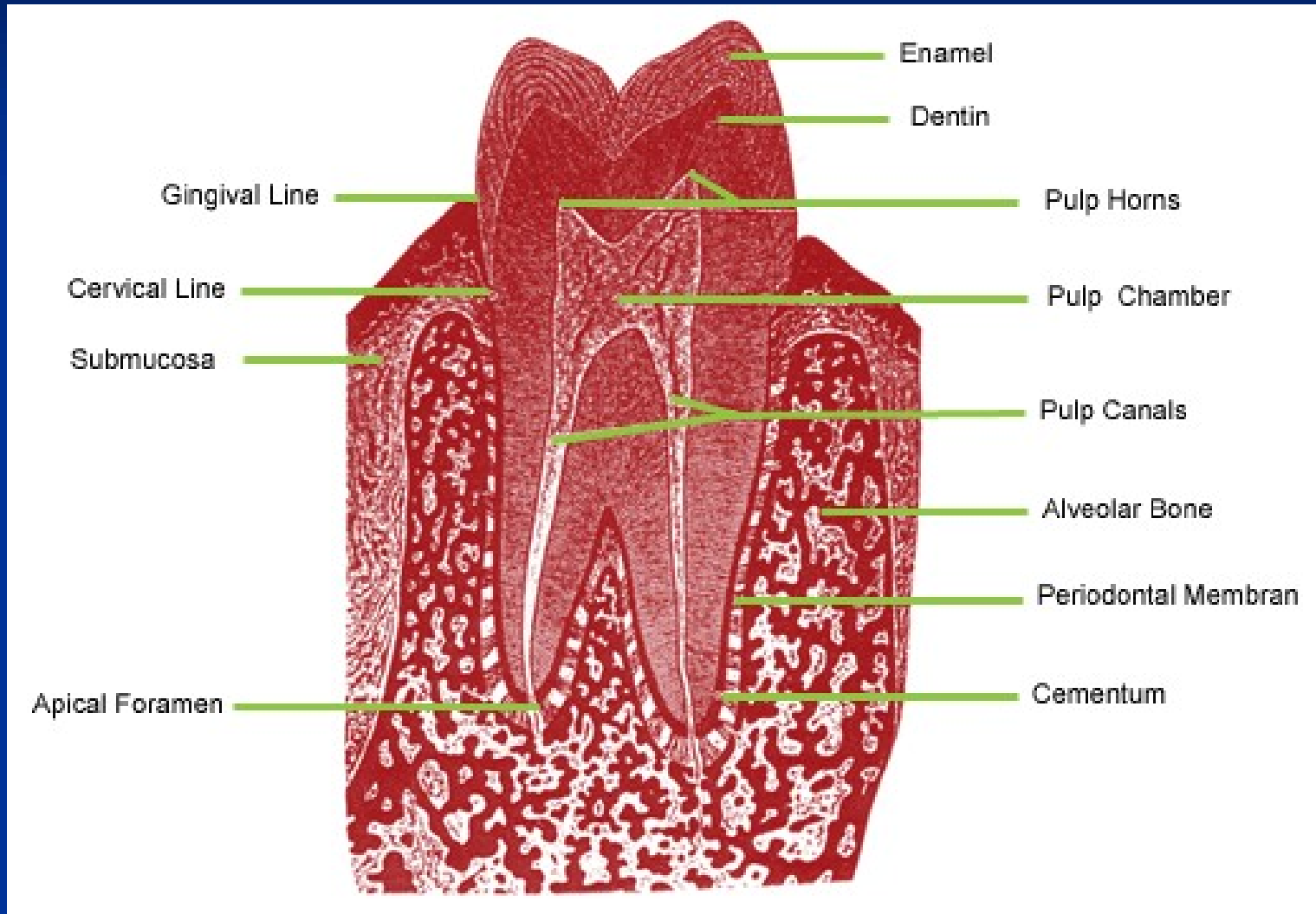
- Mechaniczna
- Ochronna
- Obronna
- Tkankotwórcza
- Resorbcyjna
- Odżywcza
- Czuciowa



Kość wyrostka zębodołowego



Kość wyrostka zębodołowego



Kość wyrostka zębodołowego

- Kość gąbczasta stanowi główną masę wyrostka
- Kość zbita tworzy otaczającą kość gąbczastą warstwę o grubości 0,1- 0,4 mm
 - blaszkę zewnętrzną – pokrywa wyrostek od zewnątrz
 - blaszkę wewnętrzną – pokrywa wyrostek sąsiadujący z ozębną

Kość wyrostka zębodołowego

- Warstwa zewnętrzna – zbita
- Wewnętrzna – kość gąbczasta
- Poddaje się procesom resorpcji i odbudowy (ruchy zębów w leczeniu ortodontycznym czy w czasie wzrostu)



Przesuwanie się zębów - resorpcja i odkładanie się kości wyrostka zębodołowego

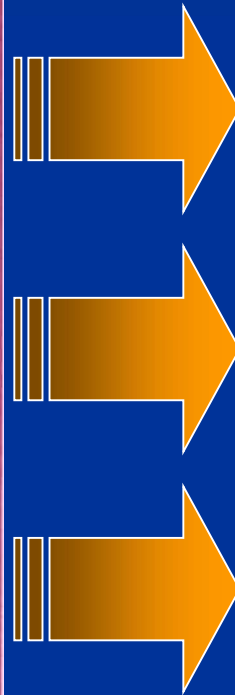
Kość splotowata

Cement korzeniowy

Tkanaka tłuszczowa



Ozębna



Ozębna

Resorpcja

Kość blaszkowata