

NARZĄD ZĘBOWY CZ. I: STRUKTURY ZMINERALIZOWANE ZĘBA

U dorosłych występują 32 zęby noszące nazwę stałych. Zastępują one 20 zębów mlecznych, których wyrzynanie rozpoczyna się w wieku ok. 6 miesięcy (środkowe siekacze). Kolejno pojawiają się: siekacze boczne (ok. 8 miesiąca), kły (około 15 miesiąca), pierwsze zęby trzonowe (między 10 a 19 miesiącem) i drugie zęby trzonowe (między 20 a 31 miesiącem życia). Wymiana na zęby stałe odbywa się między 5. a 12. rokiem życia, a ostatnie zęby trzonowe pojawiają się zazwyczaj kilka lat później. Siekacze, kły i zęby przedtrzonowe są jednokorzeniowe (z wyjątkiem pierwszego przedtrzonowego zęba szczęki, który ma dwa korzenie). Zęby trzonowe są z reguły trójkorzeniowe.

Ząb zbudowany jest z wystającej na powierzchnię **korony** i z tkwiącego w zębodole **korzenia (-i)**. Granica między koroną a korzeniem nosi nazwę **szyjki zęba**. Wewnątrz korony znajduje się **komora zęba** przechodząca w obrębie korzenia w **kanal korzeniowy** otwierający się w dystalnej części korzenia, zwanej **wierzchołkiem** korzenia zęba.

W skład zęba wchodzi struktury zmineralizowane (tkanki twarde): **zębina**, **szkliwo** i **cement** oraz tkanka niezmineralizowana (miękka) – **miazga**, która wypełnia komorę i kanał korzeniowy.

Korzeń otacza **ozębna**, która łączy go z **kością zębodołu** i **dziąsłem**. Struktury te, nazywane wspólnie przyzębiem, tworzą razem z zębem narząd zębowy.

1. Zębina

Dominuje ilościowo i tworzy oparcie dla pozostałych tkanek zmineralizowanych. Buduje większą część korony i korzenia zęba, wyznacza jego podstawowy kształt i otacza jamę zęba oraz kanał korzeniowy. W części koronowej zębina pokryta jest szkliwem, w części korzeniowej cementem, a granica tych tkanek wyznacza **anatomiczną szyjkę zęba**. Zębinę tworzą składniki organiczne (28% masy) i nieorganiczne (72%). Objętościowo składniki organiczne stanowią blisko 50% (są znacznie lżejsze)

1.1. Organiczne składniki zębiny

Kolagen (głównie typu I, ze śladowymi ilościami kolagenu typu III i V) stanowi ok. 92% składników organicznych zębiny. Występuje w postaci cienkich włókien o grubości do 4 μm , nietworzących pęczków. Ich układ jest nieregularny, z ogólną tendencją do przebiegu równoległego w stosunku do osi długiej zęba i do powierzchni miazgi.

Białka niekolagenowe. Głównymi białkami niekolagenowymi są specyficzne dla zębiny, fosfoproteidy: **fosforyna (DPP)** oraz **sialoproteina zębiny (DSP)**. Powstają one w wyniku enzymatycznego rozcięcia cząsteczki prekursorowego białka **zębinowej sialofosfoproteiny (DSPP)**. DPP i DSP mają podstawowe znaczenie dla procesów mineralizacji zębiny (p. Rozwój zęba).

Ponadto w zębinie występują w mniejszej ilości białka obecne również w tkance kostnej: **osteopontyna**, **osteonektyna**, **białka macierzy zębiny (DMP-1, DMP-2, DMP-3)**, **sialoproteina kości**, **kwaśna glikoproteina kości-75**, **białka bogate w kwas γ -karboksylglutaminowy** i **białka morfogenetyczne kości (BMP)**.

Proteoglikany. Główne proteoglikanany zębiny to niskocząsteczkowe **dekoryna** i **biglikan** (zawierające siarczany chondroityny) oraz **lumikan** i **fibromodulina** (bogate w keratosiarczany).

Czynniki wzrostu. Insulinopodobne czynniki wzrostu (**IGF**) i transformujące czynniki wzrostu (**TGF**); ilością i znaczeniem ustępują czynnikom wzrostu obecnym w tkance kostnej, która podlega stałej i nasilonej przebudowie. Zmiany patologiczne samej zębiny, a także tkanek miękkich otoczenia, powodują ich uwalnianie, co ma wpływ na przebieg procesów naprawczych.

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. Zębina zawiera niewielkie ilości fosfataz, metaloproteinaz i fosfolipaz. Zawartość metaloproteinaz jest wyższa w przębinie i zębinie okrywowej (p. dalej) niż w pozostałych obszarach zębiny.

1.2. Nieorganiczne składniki zębiny

Nieorganiczne składniki zębiny stanowią 70-72% jej masy (i ok. 50% jej objętości), dzięki czemu zębina jest twardsza od kości. Występują w postaci kryształów (w przewodzie hydroksyapatytowych) o wielkości 35x10x100 nm (masa pojedynczego kryształu jest ok. 10x większa niż w kości, ale wielokrotnie mniejsza niż w szkliwie). Skład pierwiastkowy suchej masy: wapń 27%, fosfor 13%, węgiel 4.5%, magnez ok. 1% świadczy o tym, że kryształy zawierają również węglany wapnia i sole magnezu.

Mineralizacja dokonuje się w zębinie wielogniskowo, a powstające kryształy układają się w kuliste obszary noszące nazwę **kalkosferytów**. Tam, gdzie kalkosferyty nie zlewają się ze sobą całkowicie, pozostają rejonry niezmineralizowanej istoty organicznej nazywane **przestrzeniami międzykulistymi**. Przestrzenie te układają się zgodnie z przebiegiem tzw. **linii konturowych Owena**, równoległych do powierzchni zębiny, które odzwierciedlają nierównomierną mineralizację jej kolejnych warstw w czasie wzrostu przez apozycję.

Pod dużym powiększeniem mikroskopu można w zębinie zaobserwować również cienkie, gęsto ułożone linie przebiegające równoległe do jej powierzchni – **linie przyrostowe von Ebnera**. Odzwierciedlają one okołodobowe cykle aktywności produkujących zębinę odontoblastów, czyli dobowe przyrosty zębiny. Przyrosty te wynoszą ok. 6 μm w zębinie korony i ok. 3,5 μm w zębinie korzenia.

1.3. Kanalki zębinowe i ich zawartość

Zębina utworzona jest prawie wyłącznie z istoty międzykomórkowej. Charakter komórkowy mają jedynie przebiegające przez nią długie wypustki odontoblastów (komórek zębinotwórczych) leżących w miążdzie na pograniczu z zębina. Wypustki te, tzw. **włókna Tomesa**, biegną w **kanalikach zębinowych** przebijających całą grubość zębiny od jamy zęba do granicy ze szkliwem lub z cementem. Szerokość kanalików zębinowych stopniowo maleje z 3–5 μm przy miążdzie do 1 μm w częściach zewnętrznych zębiny, co wiąże się z tym, że na swym przebiegu kanalki oddają liczne odgałęzienia. Zarówno w koronie jak i w korzeniu końcowe odcinki kanalików rozgałęziają się. W korzeniu odcinki te są poszerzone i mają formę petli, tworząc w ten sposób drobne niezmineralizowane przestrzenie, których nagromadzenie na granicy z cementem obserwujemy na szlifie jako **warstwę ziarnistą Tomesa**.

Przebieg kanalików w koronie nie jest prostoliniowy – przypomina spłaszczoną literę S, przy czym łuk bliższy miążdzi skierowany jest ku wierzchołkowi zęba, a bliższy szkliwu ku powierzchni zgryzowej. W korzeniu kanalki biegną prawie prostoliniwnie.

Włókna Tomesa zawierają w swej cytoplazmie mikrotubule, mikrofilamenty (związane z transportem substancji wewnątrz wypustek i egzocytozą), kanalki siateczki

gładkiej, a w części początkowej wydłużone mitochondria i pęcherzyki wydzielnicze. Włókna Tomesa nie zajmują ani całej długości kanalika (niekiedy mniej niż jego połowę), ani całości jego światła. Wolne przestrzenie wypełnia płyn bogaty w jony potasu. Oprócz włókien Tomesa w kanalikach znajdują się bezosłonkowe włókna nerwowe oraz wypustki komórek dendrytycznych (prezentujących antygeny).

Bezosłonkowe włókna nerwowe o charakterze bólowym występują w początkowych odcinkach kanalików (ok. 1/3), zwłaszcza w zębinię koronowej (zawiera je ok. 80% kanalików tej okolicy). Wysoka wrażliwość zębiny na bodźce bólowe wynika z bezpośredniej rejestracji przez włókna nerwowe ruchu płynu w kanaliku oraz zmian jego pH. Wypustki odontoblastów prawdopodobnie nie uczestniczą bezpośrednio w rejestracji bólu, niemniej jednak obecność kanałów potasowych wrażliwych na bodźce mechaniczne w błonie komórkowej odontoblastów oraz wyposażenie odontoblastów w rzęskę pierwotną (p. Kompendium, rozdz. 2.3.2) wskazuje na pośredni udział tych komórek w odbiorze bodźców.

Wypustki obecnych w miazdze zęba **komórek dendrytycznych** wchodzą do kanalików zębinowych na bardzo niewielką głębokość; spotyka się je głównie w obszarze korony, gdzie ilość tych komórek jest ogólnie większa. Penetracja bakterii przez kanaliki zębinowe (po uszkodzeniu szkliwa) powoduje zwiększenie liczby komórek dendrytycznych w rejonie przyzębinowym i ich wypustek wchodzących do kanalików zębiny.

1.4. Lokalne zróżnicowania w budowie zębiny

Budowa zębiny wykazuje lokalne różnice w zakresie struktury, stopnia mineralizacji i składu części organicznej.

1.4.1. Typy zębiny

Prezębina tworzy wąski pas otaczający bezpośrednio miazgę zęba. Jest niezmineralizowana, stąd brak jej na szlifach. Jej głównym białkiem niekolagenowym jest sialofosfoproteina zębinowa (DSPP), natomiast nie występują w niej fosforyna (DPP) i sialoproteina zębinowa (DSP). 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 wykluwania zęba). Przyrasta powoli, ale stale, co stopniowo zmniejsza obszar komory zęba. Jej kanaliki stanowią przedłużenie kanalików zębiny pierwotnej, choć ich przebieg ma często nieznacznie zmieniony kierunek.

Trzecia zębina (odkładana najbardziej wewnątrz) ma dwie odmiany: pierwsza z nich jest produkowana przez istniejące odontoblasty w odpowiedzi na próchnicę lub bodźce wynikające z opracowywania ubytków i nosi nazwę **zębiny odczynowej**. Jej skład i przebieg kanalików są podobne jak w zębinię wtórnej. Drugi typ to **zębina naprawcza** (reparacyjna), tworzona głównie przez komórki zębinotwórcze podobne do odontoblastów, rekrutujące się z komórek macierzystych miazgi i zastępujące obumarłe odontoblasty (np. w przebiegu intensywnego procesu zapalnego). Jest ona wyraźnie odgraniczona od typowej zębiny i posiada odmienną, zaburzoną budowę.

1.4.2. Obszary zębiny. Wyróżniamy następujące obszary zębiny:

- **zębina międzykanalikowa** tworzy zasadniczą część bloku zębinowego;
- **zębina okołokanalikowa (wewnątrzkanalikowa)**. Otacza ona wewnętrzną powierzchnię kanalików i jest ogólnie silniej zmineralizowana niż zębina międzykanalikowa. Nie zawiera włókien kolagenowych oraz ma nieco odmienny skład macierzy 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 międzykanalikowa i zębina okołokanalikowa tworzą główny blok zębiny, noszący nazwę zębiny okołomiazgowej;

- **zębina okrywowa** stanowi zewnętrzny pas (szerokości 20-150 μm) zębiny koronowej (bezpośrednio pod szkliwem). Jest to pierwsza warstwa zębiny wytworzona przez odontoblasty i tylko ona ulega mineralizacji z udziałem pęcherzyków macierzy. W porównaniu z zębina międzykanalikową jest słabiej zmineralizowana, a kanalik w jej obszarze są szczególnie bogato rozgałęzione.

2. Szkliwo

Szkliwo pokrywa zębina w części koronowej warstwą grubości do ok. 2-3 mm. Jest najsilniej zmineralizowanym elementem budulcowym zęba, stąd ma największy ciężar właściwy (ok. 3 g/cm^3) i stanowi najtwardszą tkankę ustroju). Dojrzałe szkliwo zawiera 95-98% składników nieorganicznych, dlatego ulega całkowitemu rozpuszczeniu podczas odwapniania i brak go w skrawkach zęba. Jest tkanką najlepiej przygotowaną do znoszenia urazów mechanicznych, zwłaszcza o charakterze sił ścierających. Ułożenie jednostek strukturalnych szkliwa (pryzmatów) w przeplatające się pęczki oraz obecność pomiędzy nimi „amortyzującej” istoty organicznej nadaje mu znaczną odporność na pękanie, kilkakrotnie większą od odporności skały o podobnej twardości. Szkliwo powstaje w wyniku czynności wydzielniczej komórek nabłonkowych zwanych **ameloblastami** i jest jedyną tkanką zęba pochodzenia nabłonkowego. W przeciwieństwie do kości czy zębiny, nie ma zdolności do przebudowy lub odnowy.

Granica pomiędzy szkliwem a zębina (**złącze szkliwno-zębinowe**) wykazuje pod dużym powiększeniem mikroskopu „ząbkowany” charakter. 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 odontoblastów pomiędzy ameloblasty w okresie rozwoju zawiązka zęba;
- **pęczki szkliwne**: są to wiązki słabiej mineralizowanych pryzmatów, 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 (możliwość pęknięcia).

2.1. Struktura szkliwa

2.1.1. Pryzmaty szkliwne. Szkliwo zbudowane jest z **pryzmatów i istoty międzypryzmatycznej**. Pryzmaty to wąskie, bardzo wydłużone strukturalne podjednostki szkliwa. Na przekroju poprzecznym mają kształt dziurki od klucza, arkady lub łuski, o wymiarach ok. 4 x 8 μm . Przebiegają przez całą grubość szkliwa, przy czym ze względu na pofalowany przebieg, ich długość jest jeszcze większa. Pryzmaty są ułożone w pęczki biegnące prostopadle do powierzchni (w rejonie wewnętrznym i zewnętrznym szkliwa) oraz skośnie w pasie środkowym, gdzie się krzyżują.

Głównym budulcem pryzmatów szkliwa są ogromne kryształy hydroksyapatytowe, o rozmiarach niespotykanych w innych zmineralizowanych tkankach. Mają postać śrubowato skręconych płytek szerokości 60 nm, grubości 30 nm i długości równej długości pryzmatu. Kryształy zawierają ponadto reszty węglanowe podstawiające grupy fosforanowe, magnez w miejscu wapnia oraz fluor w pozycji grup hydroksylowych. Zastąpienie w strukturze

hydroksyapatytu reszty hydroksylowej jonem fluorowym zwiększa stabilność i twardość kryształów oraz czyni szkliwo bardziej odpornym na działanie niskiego pH, z czego wynika istotne znaczenie fluoru w zapobieganiu próchnicy.

Między pryzmatami występuje istota międzypryzmatyczna, równie silnie zmineralizowana, ale o kryształach leżących pod kątem (ok. 45°) względem kryształów tworzących pryzmaty. Cienka warstwa szkliwa przylegająca bezpośrednio do zębiny oraz warstwa powierzchniowa szkliwa są zbudowane wyłącznie z istoty międzypryzmatycznej.

2.1.2. Linie i prążki szkliwne. W szlifie zęba na terenie szkliwa widoczne są dwa rodzaje liniowych zaciemnień: **linie Huntera-Schregera** i **linie Retziusa**. Pierwsze z nich, widoczne lepiej w świetle padającym, powstają dzięki temu, że przecięte pod odmiennym kątem pęczki pryzmatów różnie załamują światło. Drugie dostrzegane są w świetle przechodzącym i odzwierciedlają okresowe zaburzenia mineralizacji podczas tworzenia szkliwa.

Dobowe cykle mineralizacji są widoczne na pojedynczych pryzmatach jako drobne poprzeczne prążki, które stają się wyraźniejsze po nieznacznym odwapnieniu.

2.2. Składniki organiczne szkliwa

Główne składniki organiczne szkliwa to specyficzne dla szkliwa białka (nieco podobne do cytokeratyn): **amelogeniny** oraz pozostałe - **nieamelogeniny**: enameliny, ameloblastyny, i tufteliny. Wszystkie te białka są produktami odmiennych genów, zlokalizowanych na różnych chromosomach. Jako pierwotne transkrypty mają wysoką masę cząsteczkową i tworzą układy „biomineralizującej macierzy” odzwierciedlające przyszlą sieć krystaliczną hydroksyapatytów. Ich składowe są następnie, dzięki udziałowi enzymów proteolitycznych, cięte na fragmenty różnej wielkości. Prowadzi to do zmian czynności tych białek, ich rozmieszczenia, a następnie eliminacji (w miarę jak kryształy hydroksyapatytów zwiększają swą objętość – p. Rozwój zęba). Składniki organiczne szkliwa dojrzałego zęba stanowią zatem pozostałość rozwojową - końcowy produkt złożonych przemian biochemicznych zachodzących na podłożu organicznym po jego wydzieleniu, a zwłaszcza w trakcie jego mineralizacji.

Organiczne składniki szkliwa występują w śladowych ilościach (ok. 2% masy szkliwa) i są rozmieszczone nierównomiernie. Produkty przemian białek o typie nieamelogenin można znaleźć głównie na granicy pryzmatów i istoty międzypryzmatycznej, natomiast amelogeniny są zlokalizowane między kryształami hydroksyapatytów – zarówno w pryzmatach, jak i w istocie międzypryzmatycznej.

W substancji organicznej szkliwa występują ponadto enzymy (metaloproteinazy i kalikreina) oraz fosfolipidy, które również uczestniczyły w procesie mineralizacji.

2.3. Struktury pokrywające szkliwo

W chwili wykłuwania się zęba szkliwo pokryte jest nabłonkiem szklivotwórczym (p. Rozwój zęba) spoczywającym na niezmineralizowanej, bezstrukturalnej blaszce podstawnej – **blonce pierwotnej (kutikuli)**, przylegającej do szkliwa i pokrywającej całą powierzchnię wykłutej części zęba. Poniżej szczeliny dziąsłowej błonka pierwotna związana jest z nabłonkiem dziąsła złączem szklivno-nabłonkowym (jako wewnętrzna blaszka podstawna, p. Ząb – struktury niezmineralizowane). Pokrywająca szkliwo błonka pierwotna ulega bardzo szybkiemu starciu, a z czasem na powierzchni szkliwa pojawia się trzy rodzaje struktur, stanowiących kolejne etapy tego samego procesu:

- **warstwa nazębna (pellikula)** to osadzające się na powierzchni szkliwa składniki śliny. W jej skład wchodzi mucyny i białka – zarówno antybakteryjne (lizozym, laktoferyna, białka bogate w prolinę, IgA) jak i enzymatyczne (amylaza). Na odsłoniętych powierzchniach szkliwa

pellikula jest regularnie usuwana podczas szczotkowania zębów, utrzymuje się przede wszystkim w rejonach trudniej dostępnych (szczelina dziąsłowa);

- **płytką nazębną** jest wynikiem bakteryjnej kolonizacji warstwy nazębnej. Rozrost flory bakteryjnej płytki może prowadzić do okołozębowych zmian zapalnych (paradontoza) oraz do próchnicy;

- **kamień nazębny** to efekt mineralizacji płytki nazębnej. Zjawisko to wywołane jest obecnością flory bakteryjnej, która produkuje proteazy rozkładające zawarte w ślinie czynniki hamujące mineralizację. Wraz z mineralizacją zmienia się typ bakterii (w płytce występują głównie bakterie gram dodatnie, natomiast w kamieniu nazębnym bakterie gram ujemne). Lokalizacja kamienia jest nierównomierna; kamień poddziąsłowy może się lokalizować na powierzchni wszystkich zębów; miejscem częstego powstawania kamienia są też okolice ujść przewodów ślinowych.

3. Cement

Podobnie jak zębina, cement jest pochodzenia mezenchymatycznego, ale swoją budową i składem (zawiera 65% składników nieorganicznych) w o wiele większym stopniu przypomina tkankę kostną – zarówno pod względem struktury, jak i budujących go składników organicznych i nieorganicznych. Cement jest zbudowany z nieregularnych blaszek otaczających korzeń zęba, a granice sąsiadujących blaszek widoczne są pod mikroskopem (tylko na skrawkach) jako **linie przyrostowe Saltera**.

3.1. Składniki substancji międzykomórkowej cementu

Część nieorganiczną tworzą kryształy hydroksyapatytów identyczne jak w tkance kostnej. Głównym składnikiem organicznym są włókna kolagenowe zbudowane z kolagenu I typu. Wywodzą się one z dwóch źródeł:

- **włókna wewnątrzpochodne** - o przebiegu równoległym do powierzchni cementu, zostały wytworzone przez cementoblasty w trakcie jego rozwoju;

- **włókna zewnątrzpochodne** są zakotwiczonymi w cemencie więzadłowymi włóknami kolagenowymi ozębnej i przebiegają prostopadle do jego powierzchni. Włókna te zostały wytworzone przez fibroblasty ozębnej (ozębna i cement rozwijają się wspólnie). Włókna zewnątrzpochodne dochodzą do granicy cementu i zębiny (połączenia cementowo-zębinowego), gdzie rozpadają się na fibryle rozpraszające się w zębnie. W rejonach przyczepów włókien ozębnej do cementu i połączenia cementowo-zębinowego włókna wykazują podobną sprężystość. Te rejonny można porównać do stawów o charakterze więzozrostów (pomimo mineralizacji włókien), działających przy obciążaniu zęba jak amortyzatory.

W cemencie występują ponadto białka niekolagenowe i proteoglikany takie same jak w tkance kostnej.

3.2. Odmiany cementu

Wyróżniamy dwie odmiany cementu: bezkomórkowy i komórkowy.

3.2.1. Cement bezkomórkowy (pierwotny). Cement bezkomórkowy zbudowany jest wyłącznie z istoty międzykomórkowej i pokrywa cienką warstwą całą zębinę korzeniową, a w szyjce kontaktuje się ze szkliwem. Tworzy go kilka cienkich blaszek otaczających zębinę korzeniową.

3.2.2. Cement komórkowy (wtórny). Cement komórkowy pojawia się na cemencie bezkomórkowym na wysokości dolnej 1/3 korzenia i jego grubość wzrasta w kierunku

wierzchołka korzenia. W tej okolicy i w łukach międzykorzeniowych jest on najgrubszy. W zębie świeżo wyklutym cement w tych miejscach zbudowany jest z kilku blaszek, ale w późnym wieku ich liczba może przekraczać 40.

Podobnie jak w kości, w cemencie komórkowym obecny jest system połączonych ze sobą niezmineralizowanych przestrzeni – jamek i kanalików, w których znajdują się komórki i ich wypustki. Jamki zawierają komórki zwane **cementocytami**. Przypominają one osteocyty, ale są rzadziej ułożone (zwłaszcza w obszarach, gdzie warstwa cementu jest cienka), mają mniej wypustek, mniej liczne są również połączenia między nimi. Wypustki cementocytów kierują się w stronę ozębnej, której naczynia krwionośne stanowią źródło tlenu i substancji odżywczych. Jeśli cement ma znaczną grubość, to na jego terenie mogą pojawiać się dodatkowo kanały zawierające naczynia krwionośne, natomiast zazwyczaj nie tworzą się struktury o charakterze osteonów.

Granica między obiema odmianami cementu może lokalnie ulegać zatarciu, co wynika z szybszego odkładania się cementu komórkowego (zwłaszcza w reakcji na bodźce mechaniczne i zapalne) niż bezkomórkowego.

3.3. Powierzchniowa warstwa cementu

Cienka, powierzchniowa strefa cementu (**precement**) jest niezmineralizowana; pokrywa ją warstwa **cementoblastów** wykazujących, w przypadku cementu komórkowego, połączenia z wypustkami najbliższych cementocytów. Cementoblasty są nieobecne w miejscach, gdzie do cementu wnikają z ozębnej pęczki włókien kolagenowych. Na powierzchni cementu występują również **osteoklasty**, zdolne do trawienia cementu i zębiny (niekiedy zwane też cementoklastami lub odontoklastami). W trakcie zastępowania zębów mlecznych zębami stałymi aktywność osteoklastów gwałtownie wzrasta, a korzenie zębów mlecznych są intensywnie trawione, co ułatwia proces wymiany. Wynikiem działalności osteoklastów jest także częściowa resorpcja korzeni po leczeniu ortodontycznym zmieniającym ustawienie zębów w zębodole.