

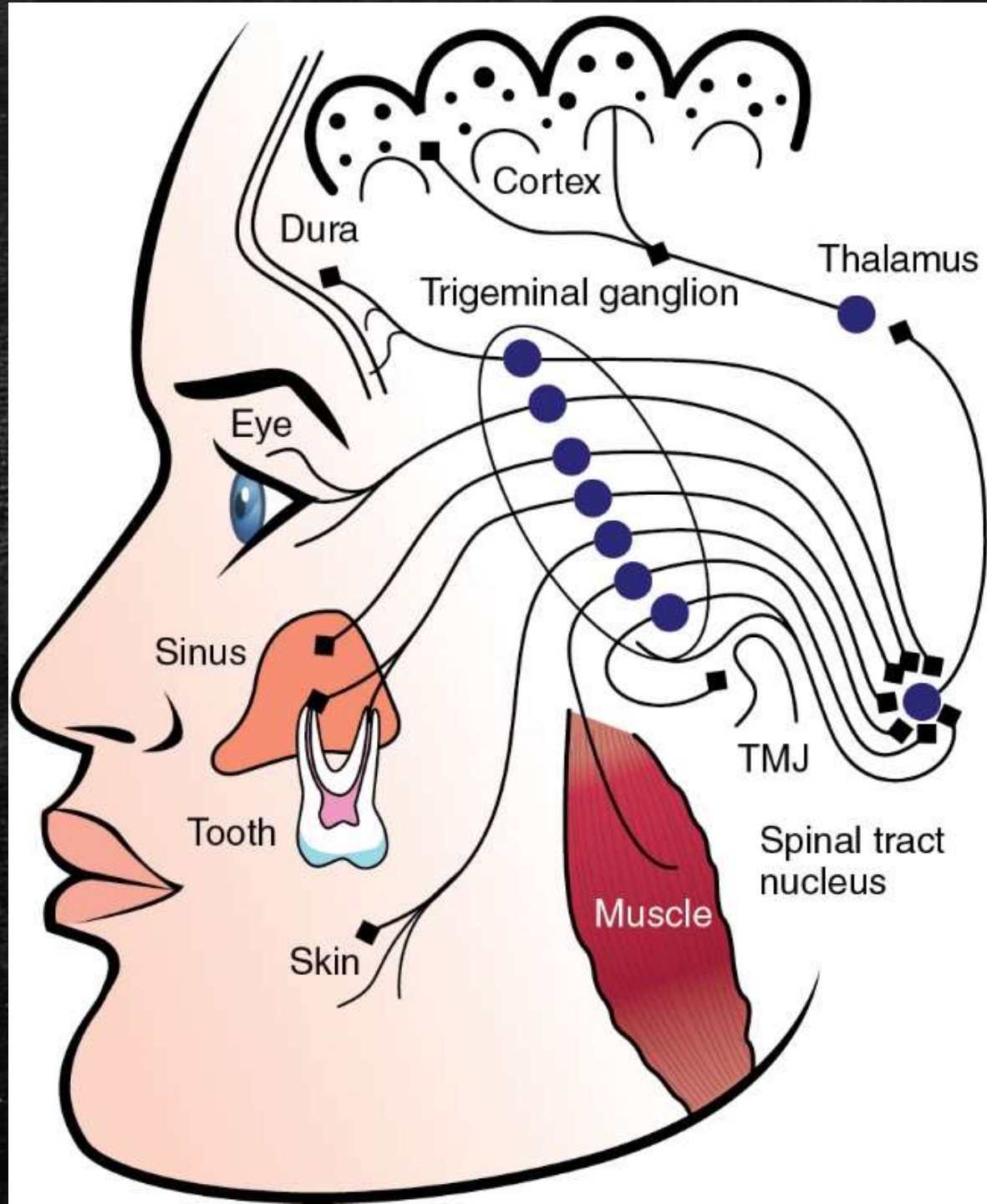
Układ czucia z zębów

2022



Nerwy

- Nerw trójdzielny
- Nerw szczękowy i nerw żuchwowy
- Gałęzie zębowy ww nerwów



MIAZGA ZĘBA(pulpa dentis)

- Miazgę tworzy tkanka łączna galaretowata dojrzała.
- W jej skład wchodzi: fibroblasty kształtu gwiazdzistego, zasadochłonna substancja podstawowa bogata w proteoglikany oraz glikolipidy, włókna kolagenowe o nierównomiernym rozłożeniu, cienkie nietworzące pęczków, a także nieliczne włókna o średnicy ok. 15 nm., przypominające włókna sprężyste.

Warstwy

- Miazga właściwa – bogatokomórkowa
- **UBOGOKOMÓRKOWA WARSTWA JASNA, tzw. strefa Weila.**
- **WARSTWA ODONTOBLASTÓW**

Miazga właściwa

- stanowi centralną część, a zarazem główną masę miazgi.
- Zbudowana jest ona z komórek gwiaździstych podobnych do komórek mezenchymalnych oraz fibroblastów, które łącząc się ze sobą wypustkami tworząc sieć.
- Podstawową funkcją fibroblastów jest tworzenie włókien kolagenowych.
- W przypadku uszkodzenia właściwych komórek zębinotwórczych oba rodzaje komórek mogą różnicować się w odontoblasty.
- W warstwie tej stwierdza się także obecność komórek biorących udział w reakcjach odpornościowych organizmu tj. makrofagów, limfocytów, komórek plazmatycznych i komórek tucznych.
- Liczba tych komórek zmienia się w zależności od stanu czynnościowego miazgi i wzrasta w stanach zapalnych.

Strefa Weila

- Zawiera ona pojedyncze fibroblasty i dwa rodzaje włókien: kolagenowe i elastyczne.
- Włókna elastyczne otaczają ściany większych naczyń, które wraz z nerwami tworzą splot pododontoblastyczny Raschkowa.
- Od tego splotu odchodzą cienkie bezmielinowe włókna nerwowe, które wnikają pomiędzy odontoblasty i do kanalików wewnętrznej warstwy zębiny. Miazga jest bogato unaczyniona.
- Naczynia włosowate miazgi są dwojakiego rodzaju: typu okienkowego, których błona podstawna przylega do odontoblastów, drugie natomiast to typowe naczynia włosowate o ścianie ciągłej.
- Naczynia włosowate miazgi przechodzą w szerokie naczynia żyłne, które przez otwór wierzchołkowy wychodzą z miazgi i łączą się z naczyniami ozębnej.

-
- tętnice i żyły miazgowe mają bardzo cienkie ściany, będące wynikiem zredukowania ich mięśniówki.
 - Efektem jest duża wrażliwość miazgi na zmiany ciśnienia, gdyż komora i kanał korzeniowy otoczony substancjami twardym nie mogą się rozszerzać.
 - Już niewielki obrzęk zapalny, który powoduje wzrost ciśnienia prowadzi do zamknięcia światła naczyń miazgi, czego skutkiem są zmiany martwicze i obumarcie miazgi.
 - Rozbudowana sieć naczyń włosowatych leżąca bezpośrednio pod warstwą odontoblastów zapewnia im właściwe zaopatrzenie w substancje odżywcze niezbędne do wzmożonego metabolizmu podczas tworzenia zębiny.
 - W młodej miazdze występują pojedyncze włókna kolagenowe, ich liczba zwiększa się stopniowo wraz z wiekiem.

Warstwa odontoblastów

- pojedyncza warstwa komórek zębinotwórczych tj. odontoblastów, leżąca najbardziej obwodowo.
- Jądra tych komórek położone są na różnych poziomach, co imituje wielowarstwowość.
- Są to wysokie, walcowate komórki połączone między sobą za pomocą desmosomów.
- Maja dwie główne wypustki, z których pierwsza długa wypustka, czyli wypustka zębinowa komórki zębinotwórczej, wnika do kanalików zębiny i stanowi włókno zębinowe Tomesa.
- Drugą stanowi wypustka zwana wypustką, miazgową, która biegnie w głąb miazgi. Oprócz tych dwóch głównych wypustek odontoblasty posiadają jeszcze krótkie wypustki boczne, przy pomocy, których łączą się ze sobą.
- Pomiedzy odontoblastami biegną grube włókna srebrochłonne.
- Występują one w zewnętrznych warstwach miazgi i kierują się ku zębini, gdzie się zakotwiczą.
- Włókna te określa się mianem włókien spiralnych Korffa. Komórki zębinotwórcze mają strukturę zespólni (syncytium).

ZĘBINA (dentinum)

- stanowi szkielet zęba, na którym opiera się kruche, twarde i nieelastyczne szkliwo.
- Elastyczność zębiny powoduje większą wytrzymałość zęba na urazy, a dzięki swej sprężystości zębina może chronić ząb przed złamaniem.
- W skali twardości minerałów, czyli skali Mohsa, zębina oceniana się na 4-5 stopni na 10 możliwych.
- Budową i właściwościami fizycznymi zębina przypomina kość, lecz jest od niej bardziej zmineralizowana, przez co jest twardsza oraz nie posiada jamek kostnych

Zębina

- W zębinie znajdują się liczne kanaliki zębinowe. Ułożone są one promieniście i wygięte w kształcie litery S w koronie zęba, a równoległe (prostopadle do cementu) i przebiegające lekko faliście w korzeniu. Zawierają one:
 - Wypustki komórek zębinotwórczych, czyli odontoblastów tzw. **włókna Tomesa**
 - Bezrdzenne włókna nerwowe
 - Płyn tkankowyWypustki odontoblastów biegnące w kanałkach w pobliżu odontoblastów pokrywa warstwa niezmineralizowanej zębiny, zbudowanej z substancji podstawowej i włókien kolagenowych, tzw. **oślonka Neumana**.
- Ściana kanałków zębiny natomiast jest wyścielona warstwą silnie zmineralizowanej zębiny. Jest to zębina okołokanalikowa, przylegająca do **oślonki Neumana**.

Unerwienie zębów

- Zmielinizowane i niezmielinizowane włókna
- Do przedtrzonowca wchodzi około 2000 neuronów
- Silnie się rozgałęziają

Nocyceptory

- Termiczne
- Mechaniczne
- Polimodalne
- Ciche

Sploty nerwowe

- Splot pododontoblastyczny
- Splot ozębnowy
- Splot zębowy górny
- Splot zębowy dolny

Charakter czucia

- Nie wszystkie włókna aferentne są włóknami bólowymi
- Włókna układu autonomicznego: przewodzenie czucia, regulacja przepływu krwi, regulacja mikrokrążenia w stanie zapalnym
- Włókna współczulne pozazwojowe pochodzą od zwoju szyjnego górnego – splot szyjno-tętniczy wewnętrzny do zwoju trójdzielnego
- Włókna współczulne tworzą liczne sploty okołotętnicze otaczając tętniczki okołomiazgowe
- Neuromediatory: NE i neuropeptyd Y NPY

Rodzaje bólu

- Ból pierwotny
- Ból wtórny
- Ból promieniujący
- Ból neuropatyczny



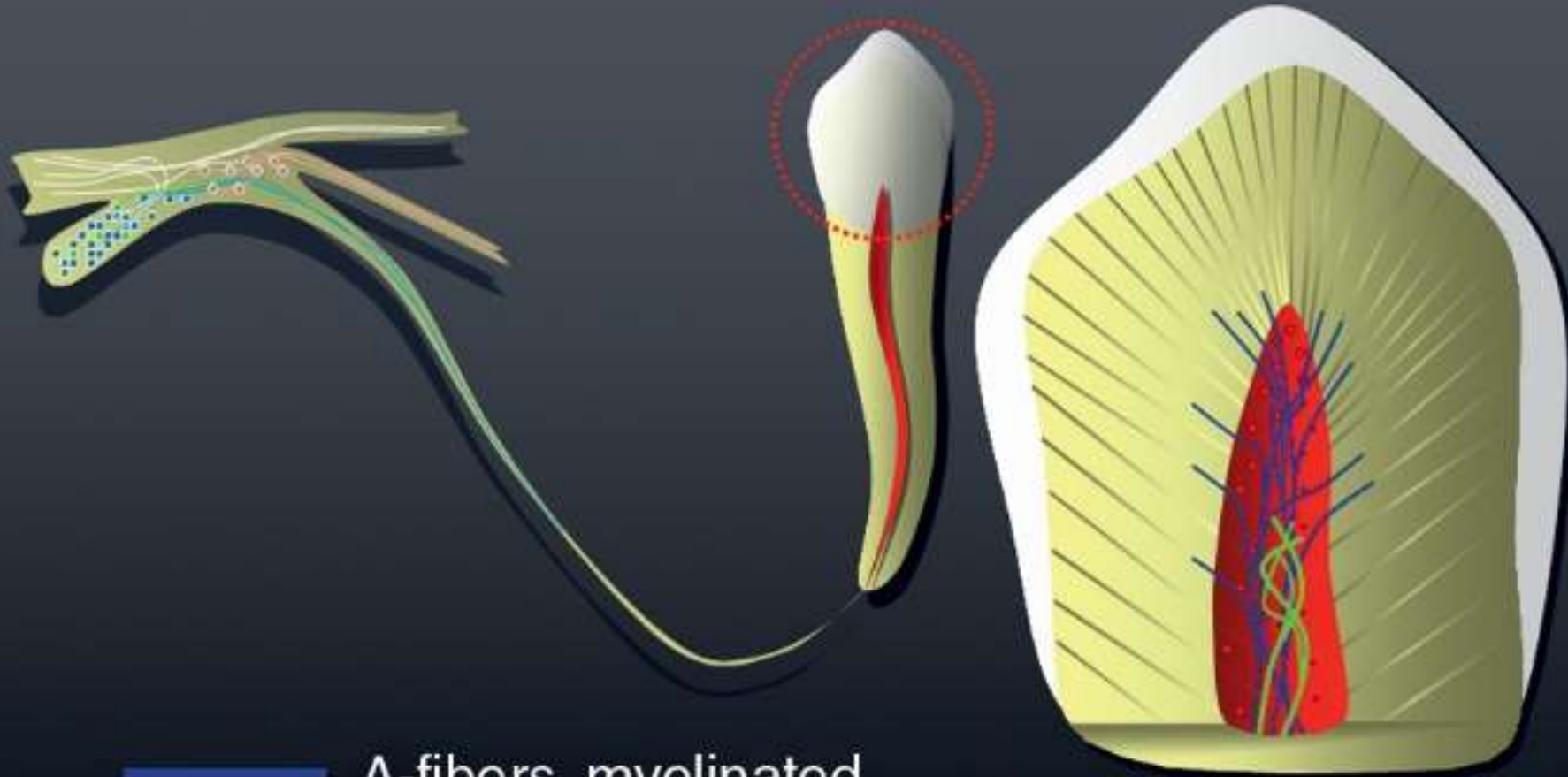
Table 13.1 Classification of Nerve Fibers

Type of Fiber	Function	Diameter (mm)	Conduction Velocity (m/s)
A-a	Motor, proprioception	12–20	70–120
A-b	Pressure, touch (teeth)	5–12	30–70
A-g	Motor, to muscle spindles	3–6	15–30
A-d	Pain, temperature, touch	1–5	6–30
B	Preganglionic autonomic	<3	3–15
C dorsal root	Pain	0.4–1	0.5–2
Sympathetic	Postganglionic sympathetic	0.3–1.3	0.7–2.3

Table 13.2 Characteristics of Sensory Fibers

Fiber	Myelination	Location of Terminals	Pain Characteristics	Stimulation Threshold
A- δ	Yes	Principally in region of pulp-dentin junction	Sharp, pricking	Relatively low
C	No	Probably distributed throughout pulp	Burning, aching, less bearable than A- δ fiber sensations	Relatively high, usually associated with tissue injury

Location of Intradental Sensory Nerves



- A-fibers, myelinated
- C-fibers, unmyelinated

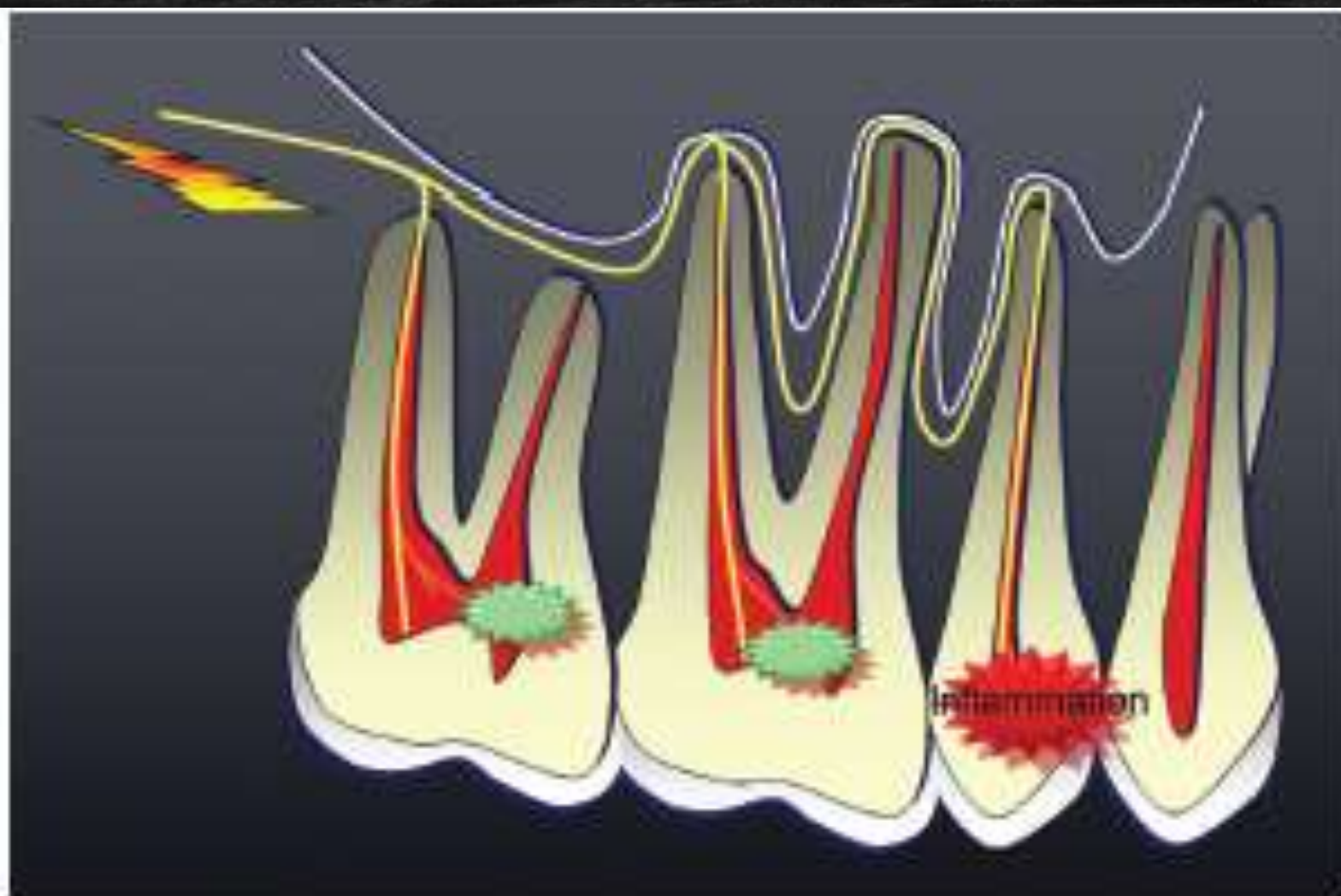
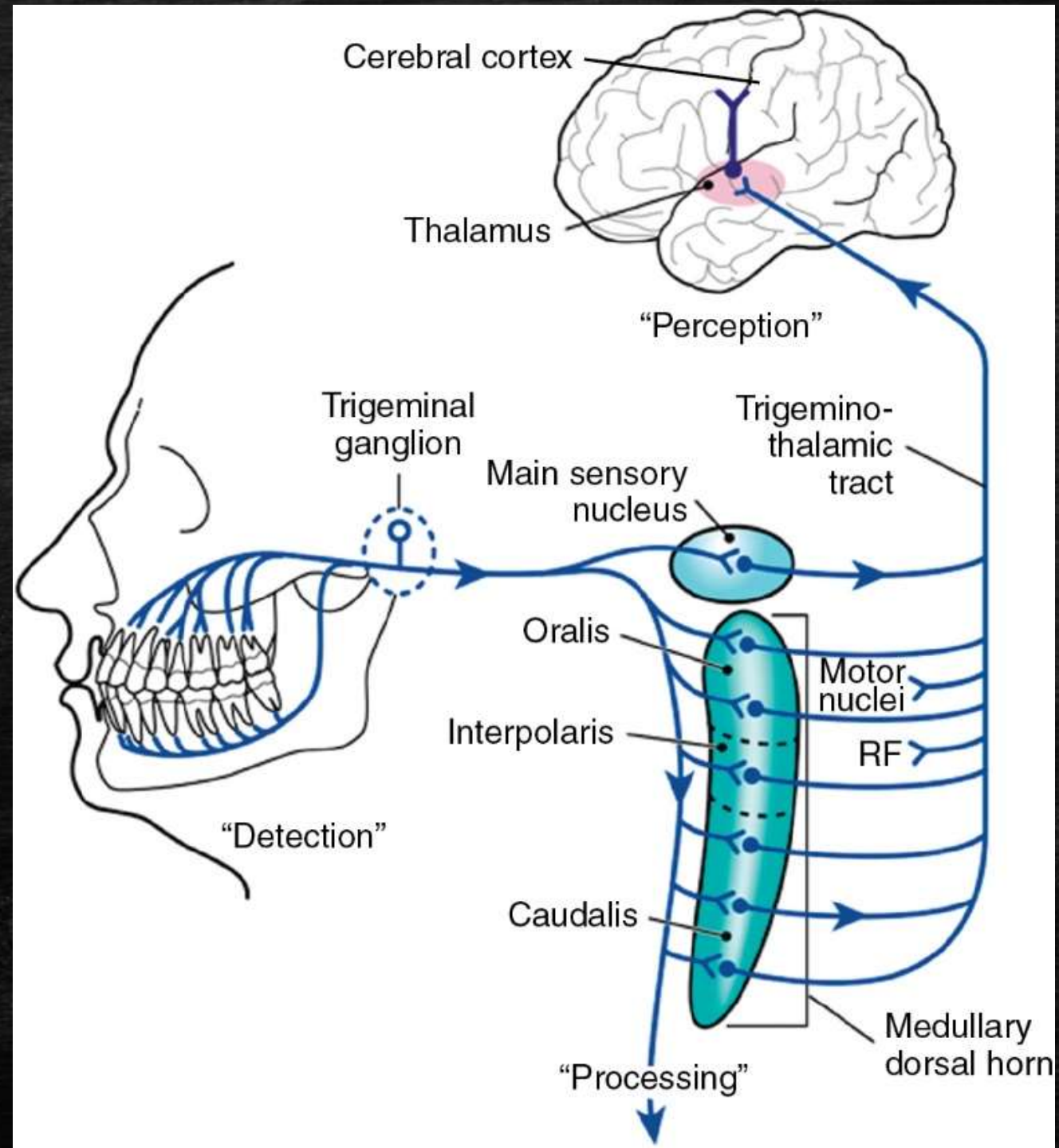
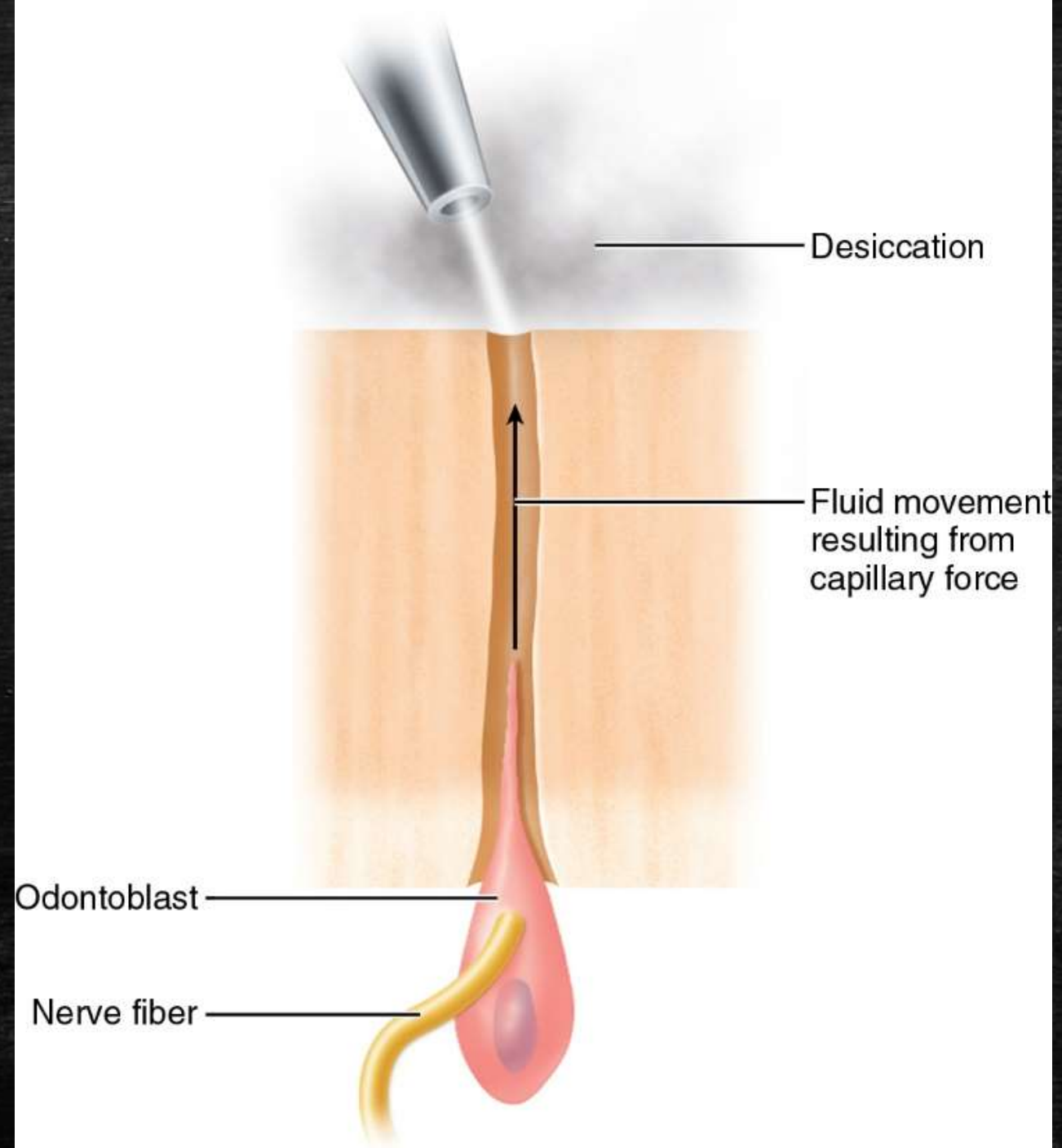
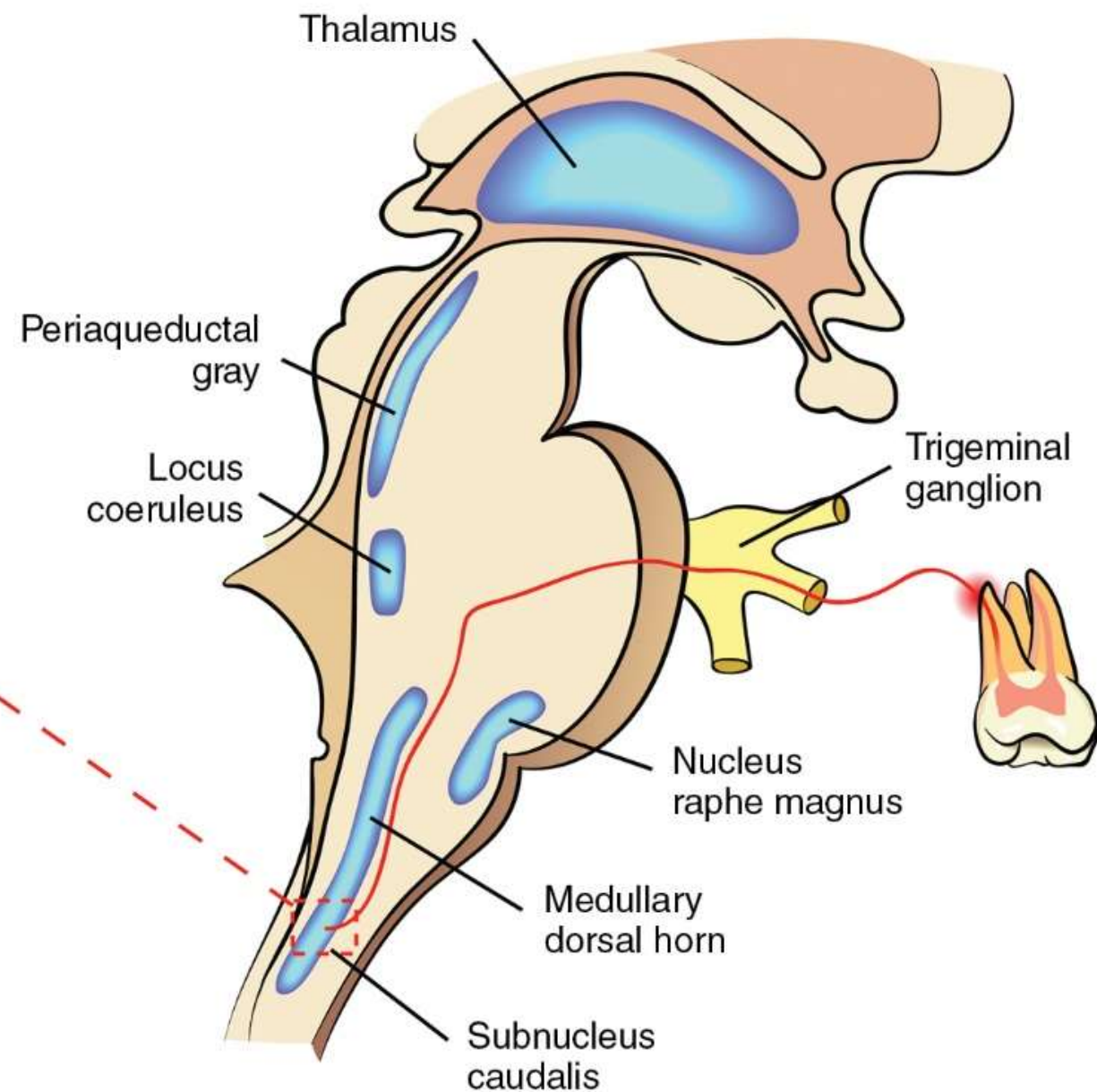
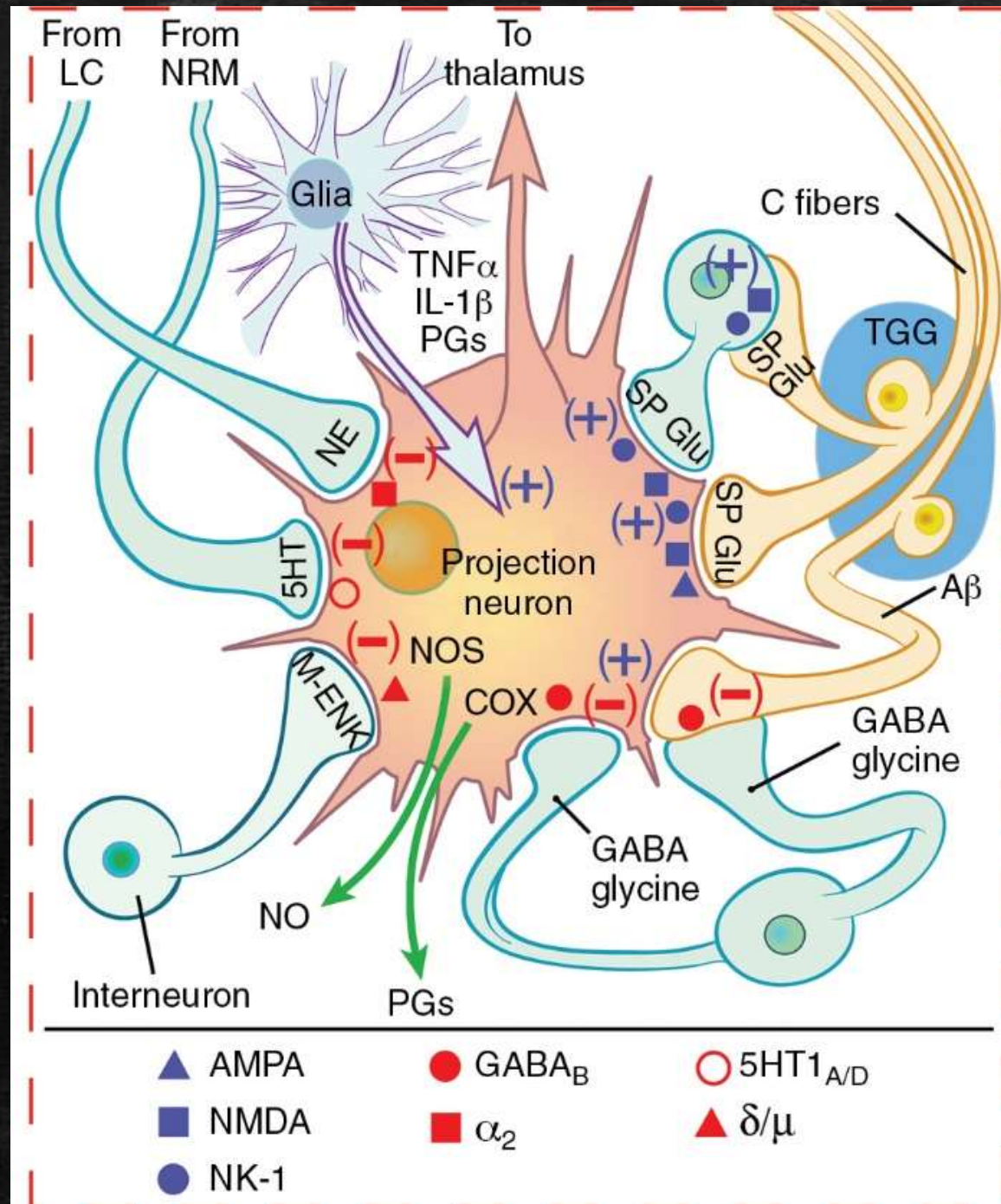
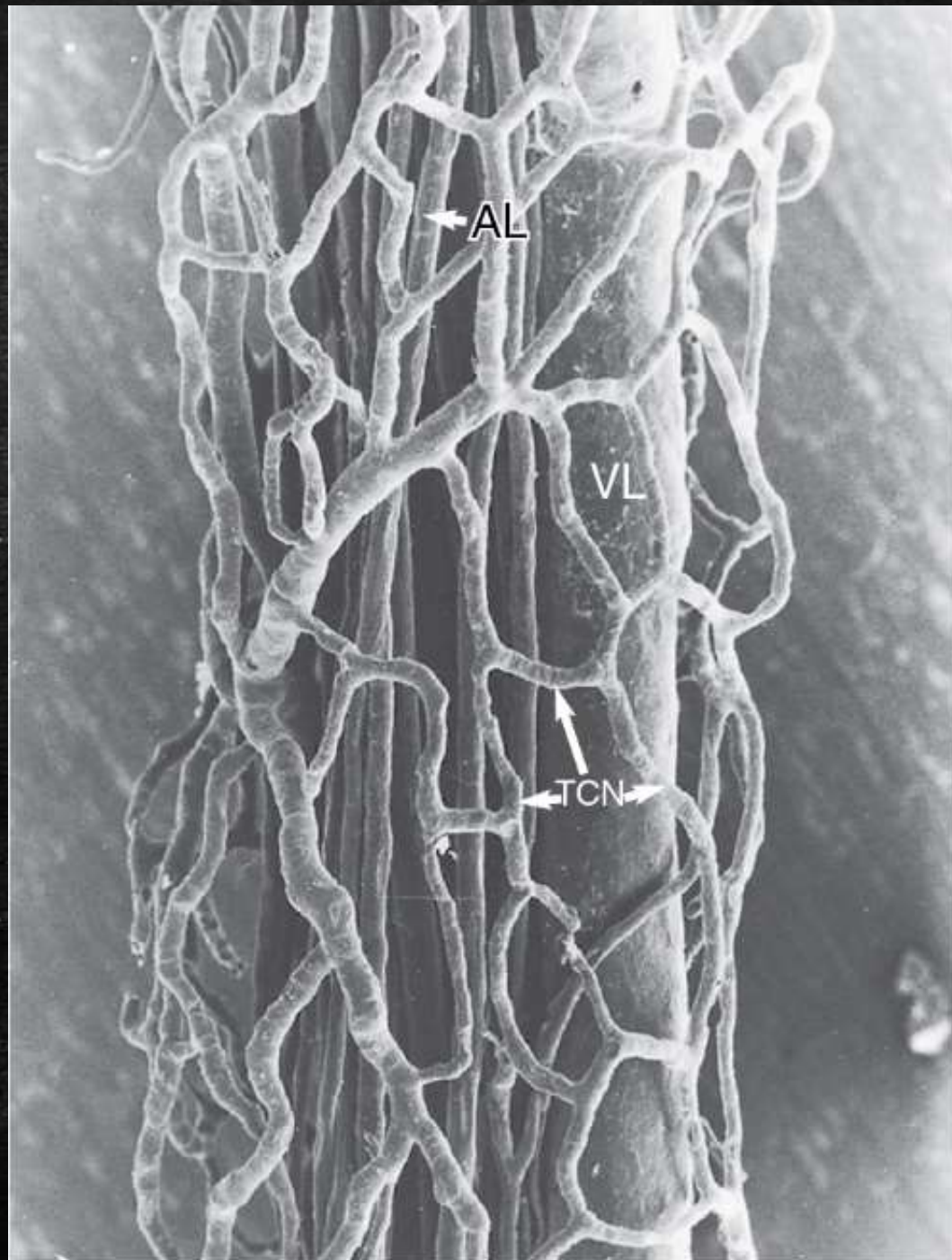


Fig. 13.18 Branches of a single nerve fiber may innervate more than a single tooth. Nerve fiber activation in one tooth may thus result in neurogenic inflammation in adjacent teeth innervated by the same axon. The mechanism is known as the axonal reflex. This phenomenon may also contribute to the poor localization of pain reported by patients.









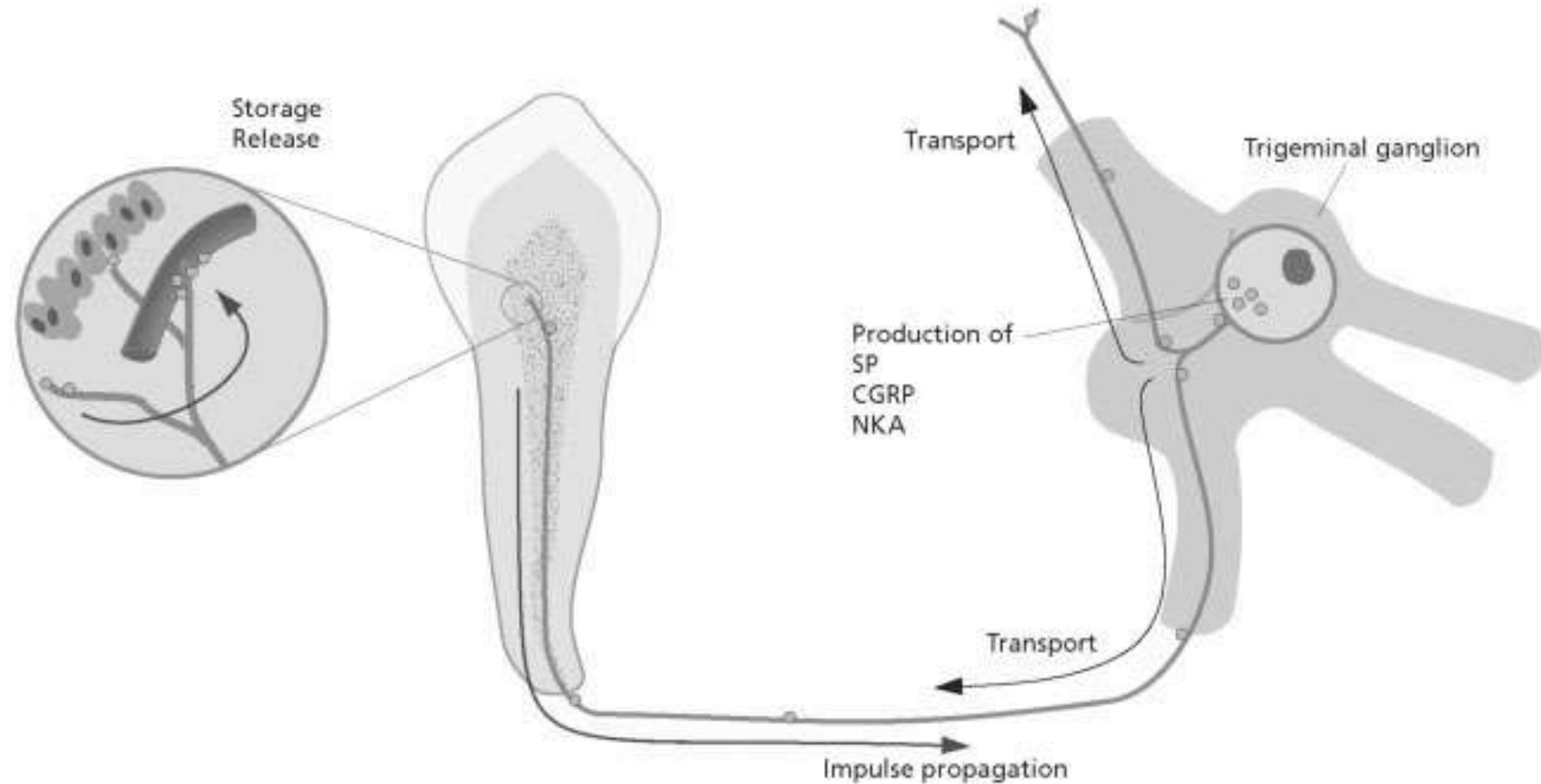
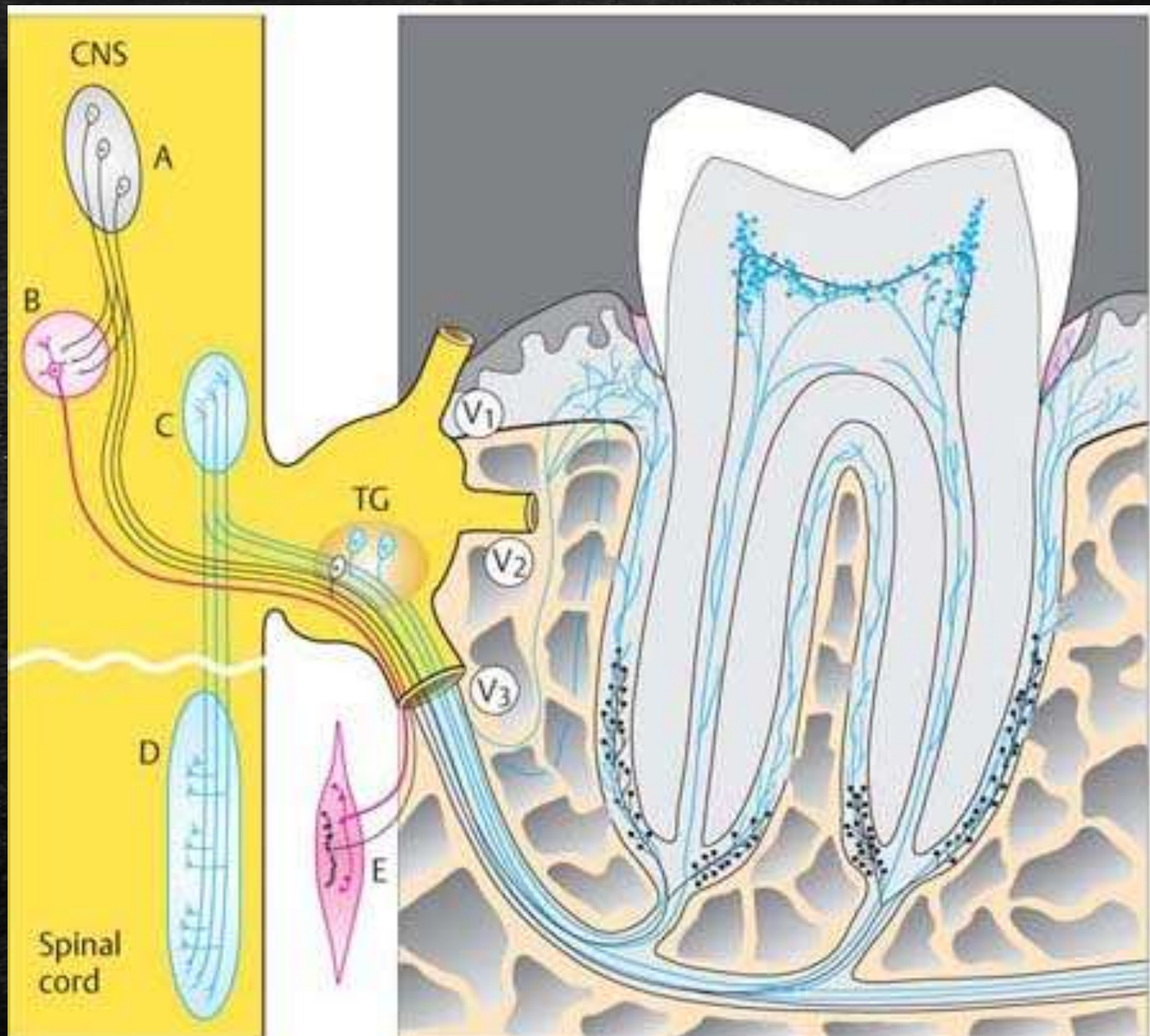


Fig. 2.10 A large portion of the sensory fibers, including C-fibers and some A-delta fibers, contain vasoactive neuropeptides such as calcitonin gene-related peptide (CGRP), substance P (SP) and neurokinin A (NKA). The neuropeptides are produced in the trigeminal cell bodies and are transported via axonal flow to the nerve terminals in the pulp, where they are stored. In addition to their effect on pulpal blood flow and vessel permeability, SP and CGRP exert stimulatory effects on the growth of pulpal cells, such as fibroblasts and repairing odontoblasts. They are also active in the recruitment of immunocompetent cells in response to bacterial exposures.



Miazga

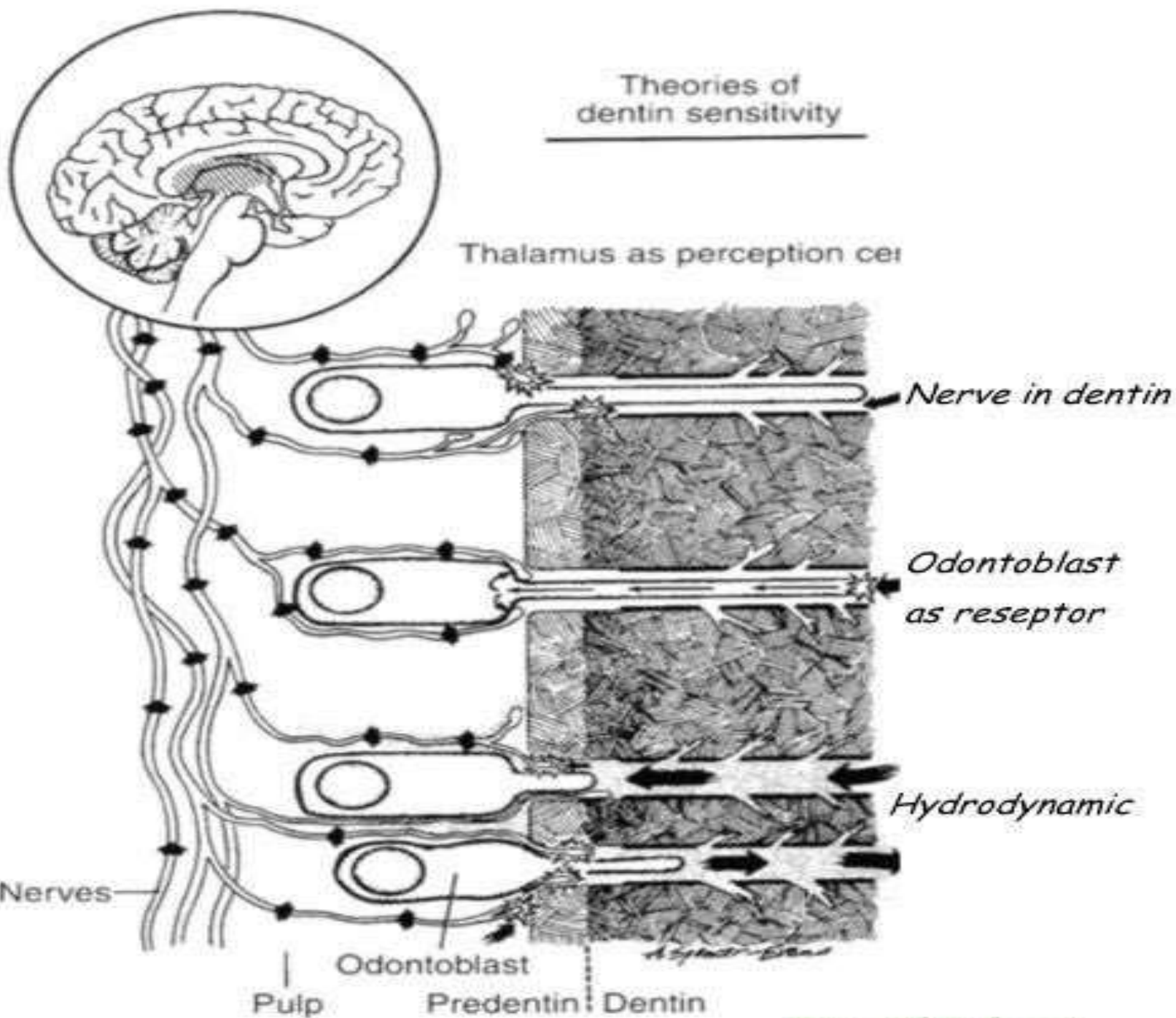
- Włókna aferentne czuciowe
- Włókna współczulne pozazwojowe (wpływ na regulację przepływu krwi przez naczynia krwionośne)
- Włókna (dendryty zwoju trójdzielnego) przebiegają w miazdze towarzysząc rozgałęzieniom naczyń krwionośnych
- Dochodzą do części koronowej zębiny tworząc splot Raschkowa

Ozębna

- Liczne zakończenia nerwowe odbierające czucie dotyku, bólu.
- Wchodzą w skład splotu ozębnowego
- Zakończenia nerwowe – wolne i otorbione
- Mechanoreceptory – ciała Pacciniego

Miazga

- Włókna czuciowe i autonomiczne $A\delta$ i C
- Splot pododontoblastyczny
- Teoria hydrodynamiczna czucia - bodźce wywołują ruch płynu – pobudzanie włókien w kanalikach zębinowych



1. Suggests that the dentin is innervated directly (*direct innervation theory*).
2. Suggests that odontoblast acts as receptor (*transduction theory*).
3. Suggest that the receptors are in the pulp and are stimulated by fluid movement through the tubules (*hydrodynamic theory*).

Jądra nerwu trójdzielnego

- Jądro mostowe (czuciowe główne)
- Jądro rdzeniowe (pasma rdzeniowego)
- Jądro śródmózgowiowe

Jądro rdzeniowe

- Stanowi ciągłość z jądrem czuciowym głównym



Otrzymuje wrażenia z termoreceptorów, nocyceptorów i termoreceptorów V, VII, IX, X

Część dolna jądra pasma rdzeniowego (części dolnej RP i C₁-C₃) posiada podobną strukturę do istoty szarej RK

Jądro pasma rdzeniowego – segmentów C1-C3 i dolnej części RP

- Podjądro brzeżne
- Podjądro galaretowate
- Podjądro wielkokomórkowe



Włókna korzenia czuciowego nerwu trójdzielnego

- Po wejściu do pnia – tworzą pasmo rdzeniowe n trójdzielnego
- Cienkie włókna mielinowe $A\delta$ i C leżą najbardziej powierzchownie i schodzą najniżej do podjądra dolnego, którego neurony podobnie jak neurony warstwy brzeżnej są zróżnicowane w zależności od bodźca nocyceptywnego (mechaniczny, termiczny, polimodalny)
- W tym jądrze zakończenia włókien korzeni tylnych nerwów rdzeniowych szyjnych górnych (tłumaczy to występowanie bólów promieniujących do tylnej okolicy głowy i górnej okolicy szyi zarówno przy bólach zębów jak i neuralgii n. V)

Lokalizacja somatotopowa przednio-tylna twarzy jądra rdzeniowego

- Włókna z części przedniej twarzy w paśmie rdzeniowym są ułożone najgłębiej i schodzą najniżej
- Włókna z części tylnej twarzy są położone najbardziej powierzchownie i kończą się najwyżej

Część pośrednia i górna jądra rdzeniowego i jądro główne nerwu trójdzielnego

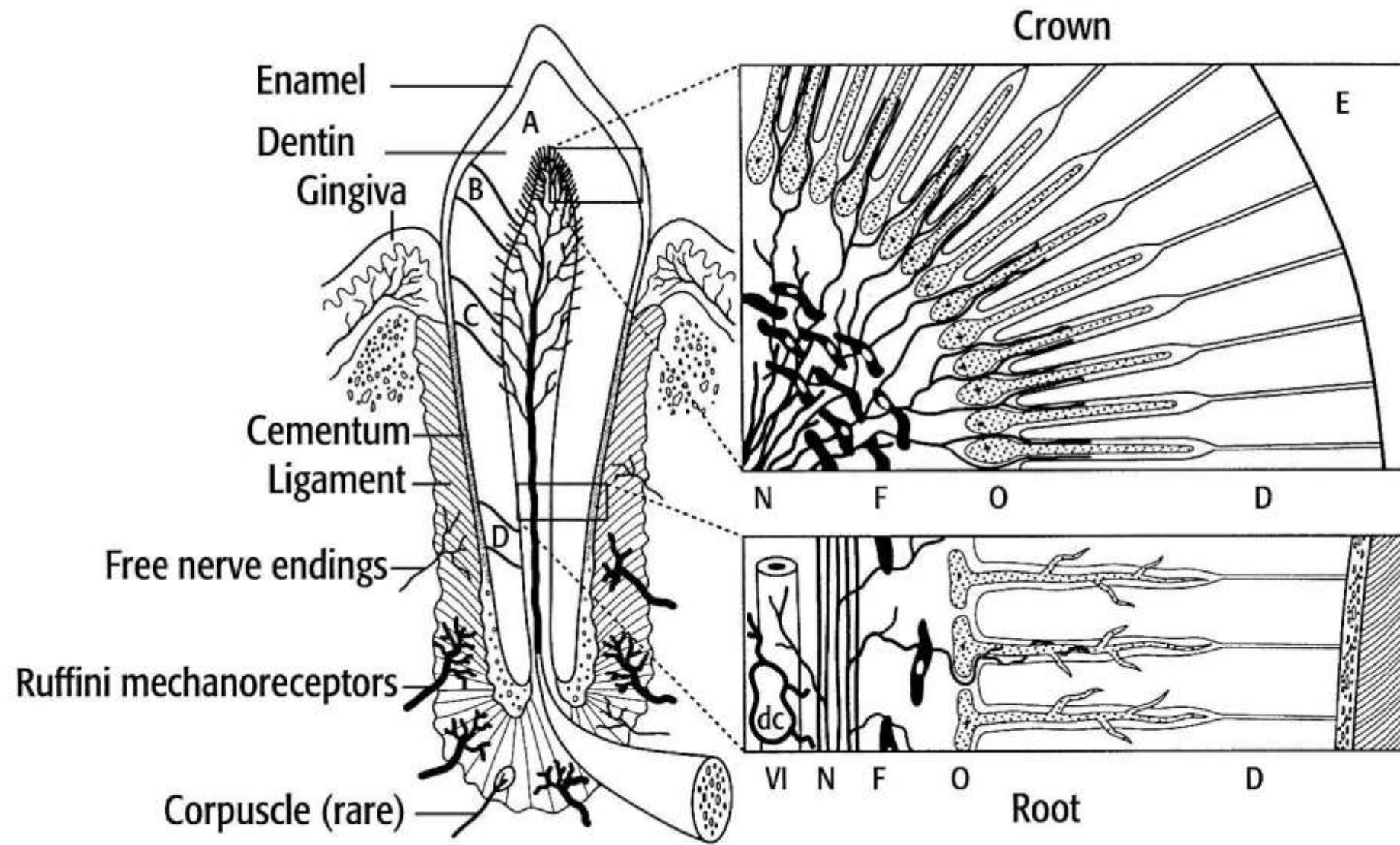
- Otrzymuje także włókna $A\beta$ kończące się w podjądrze wielkokomórkowym
- Jądro główne nerwu trójdzielnego otrzymuje włókna czucia gnostycznego ($A\beta$)

Jadro śródmózgowe nerwu trójdzielnego

- Rozciąga się w górnej części mostu i nakrywce konarów mózgu
- Zbudowane jest z komórek pseudojednobiegunowych, których dendryty dochodzą do proprioceptorów mięśni żucia i przyzębia
- Aksony dochodzą do jądra ruchowego nerwu trójdzielnego i tworzą siatkowatego i do mózdzku
- Neuryty jądra rdzeniowego i jądra głównego nerwu trójdzielnego w większości ulegają skrzyżowaniu i wytwarzają wstęgę trójdzielną lub drogę trójdzielno-wzgórzową przednią
- Dochodzi do jądra brzuszno-tylno-przyśrodkowego wzgórza
- Następnie drogami wzgórzowo-korowymi do ośrodków korowych
- Droga trójdzielno-wzgórzowa przednia przewodzi bezpośrednio informacje z jąder nerwu trójdzielnego do wzgórza
- Włókna nieskrzyżowane z jąder czuciowych jak i część włókien skrzyżowanych ze strony przeciwległej tworzą drogę trójdzielno-wzgórzową tylną, która dochodzi do jąder tworzących siatkowatego RP i M – jąder śródblaszkowych i tylnych wzgórza i podwzgórza.
- Włókna dochodzące do jąder tworzących siatkowatego aktywują istotę szarą okołowodociągową z której wychodzą drogi hamujące przewodzenie wrażeń bólowych

Ośrodki korowe związane z wrażeniami bólowymi

- Ośrodki czuciowe pierwszorzędowe (zakręt zaśrodkowy)
- Ośrodki drugorzędowe (kora wyspy) i przednia część zakrętu obręczy
- Z zakrętu obręczy bodźce dochodzą do ciał migdałowych (integracja wrażeń bólowych z innymi wrażeniami)
- Następnie do istoty szarej okołowodociągowej gdzie rozpoczynają się drogi zstępujące hamujące ból



Mechanoreceptory

- Ze względu na lokalizację oraz wielkość i specyficzność pola recepcyjnego (obszaru, z którego są odbierane bodźce) wyróżnia się dwa podstawowe typy receptorów skórnych: mechanoreceptory typu I: leżą na granicy naskórka i skóry właściwej, mają małe, wyraźne odgraniczone od siebie pola recepcyjne; do tego typu należą ciała dotykowe Meissnera oraz łakotki dotykowe Merkela,
- mechanoreceptory typu II: leżą głęboko w skórze właściwej i mają duże, słabo odgraniczone pola recepcyjne; do tego typu należą ciała blaszkowate Pucciniego oraz ciała Ruffiniego.

Name	Sensory	Motor
Pupillary light reflex	II	III
Accommodation reflex	II	III
Jaw jerk reflex	V	V
Corneal reflex, also known as the blink reflex	V	VII
Vestibulo-ocular reflex	VIII	III, IV, VI +
Gag reflex	IX	X

Human reflexes

:Stretch reflexes

- Jaw jerk reflex: (CN V)
- Biceps reflex (C5, C6)
- Brachio-radialis reflex (C5, C6, C7)
- Extensor digitorum reflex (C6, C7)
- Triceps reflex (C6, C7, C8)
- Patellar reflex or knee-jerk reflex (L2, L3, L4)
- Ankle jerk reflex (Achilles reflex) (S1, S2)

While the reflexes above are stimulated mechanically, the term H-reflex refers to the analogous reflex stimulated electrically, and Tonic vibration reflex for those stimulated to vibration.

LITERATURA

Woźniak W.: Unerwienie zębiny. *Czas. Stomat.*, 1972, 25, 241–244.

Kerr F.W.L., Lysak W.R.: Somatotopic organization of trigeminal ganglion neurons. *Arch. Neurol.*, 1964, 11, 593–602.

Olszewski J.: On the anatomical and functional organization of the spinal trigeminal nucleus. *J. Comp. Neurol.*, 1950, 92, 401–413.

Ostrowsky K., Magnin M., Ryvlin P. i wsp.: Representation of pain and somatic sensation in the human insula: a study of responses to direct electrical cortical stimulation. *Cereb. Cortex*, 2002, 12, 376–385.

Lambrichts I., Creemers J., Van Steenberghe: Morphology of neural endings in the human periodontal ligament: An electron microscopic study. *J. Period. Res.*, 1992, 27, 191–196.