

Oral struktur og funktion

Kurset skal give de studerende indgående viden om orale strukturer (mundslimhinde, spytkirtler, muskler, kæber og led) og forståelse for deres funktion, således at den studerende i detaljer kan redegøre herfor. Hovedindholdet i kurset er orale strukturers udvikling, anatomi og fysiologi. Der lægges vægt på kommunikationssystemer mellem nerver og effektororganer, sansning, spytksekretion og spytets interaktion med omgivende væv samt bevidsthedsniveau.

Målbeskrivelser

Viden

- Beskrive tungepapillerne med hensyn til udbredelse, lokalisation og funktion
- Redegøre for mundslimhindens funktionelle opbygning
- Redegøre for de grundlæggende mekanismer for sansning og smerter fra det orofaciale område
- Redegøre for de mekanismer, der ligger til grund for kæbe- og muskelfunktion i forbindelse med gabning, tygning og synkning hos raske
- Redegøre for de grundlæggende mekanismer bag spytksekretionen og spytets betydning for det orale miljø
- Redegøre for mekanismerne, der ligger til grund for lugt- og smagssansning
- Identificere orale strukturer og deres variation
- Iagttage og vurdere reaktioner, adfærd og udsagn baseret på generelle sansefysiologiske principper og særlige forhold knyttet til orale strukturer, herunder halitose.
- Vurdere og fortolke temporomandibulær funktion ud fra vægtningen mellem reflekser og central kontrol

Færdighed

- Registrere og vurdere sansefunktionen i klinikken
- Registrere og vurdere kæbe- og muskelfunktionen i klinikken
- Registrere og vurdere spytksekretionshastigheden i klinikken
- Udvælge og anvende klinisk-fysiologiske undersøgelser til vurdering af sansefunktion, motorik og spytksekretion

Blok 1 – Struktur af tunge og mundslimhinde

Mundslimhindens udvikling, generelle opbygning og regionale variationer.

<p><i>Mundslimhindens udvikling</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Ektoderm<ul style="list-style-type: none">– Overfladeepitelet– Smagsceller– Spytkirtler• Mesenkym/Ektomesenkym<ul style="list-style-type: none">– Bindevæv
<p><i>Mundslimhindens generelle opbygning</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Epitelbeklædning med tætliggende celler (flerlaget pladeepithel med tætliggende keratinocytter) og minimal mængde grundsubstans• Basalmembran• Bindevæv opdelt i lamina propria og submukosa. Spredte celler og stor mængde grundsubstans og fibre (kollagen). I submukosa tillige fedtvæv. Submukosa findes ikke (eller kun i ringe udstrækning) i områder hvor mundslimhinden hæfter stramt til knogle (hårde gane og gingiva). I den superficielle del af submukosa findes små spytkirtler i de fleste områder af mundslimhinden (mærkes som kugler i mucosa).
<p><i>Mundslimhindens funktion</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Beskytte mod skadelige påvirkninger fra omgivelserne og mod væske- og elektrolyttab• Fødebearbejdelse (mekanisk)• Smag (sensorisk)• Betydning for tale og resonans
<p><i>Funktionel inddeling af mundslimhinden, 3 typer:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Beklædende</i> <i>Kind, læbeslimhinde, sulcus, alveole, mundbund, palatum molle, facies inferior linguae</i>• <i>Mastikatorisk</i> <i>Palatum durum</i> <i>Oral gingiva</i>• <i>Specialiseret</i> <i>Tungeryg/dorsum linguae</i> <p><i>Dette er så at sige regionale variationer, hvor epitheloverfladens tilstand, epithelets tykkelse, epithelbindevævsgrensen, submucosas tilstedeværelse/tykkelse varierer.</i></p>

<i>Beklædende slimhinde</i>	<i>Mastikatorisk slimhinde</i>	<i>Specialiseret slimhinde</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Uforhornet flerlaget pladeepithel • Lamina propria og submucosa (fedtvæv og spytkirtler heri) • Løs bundet til underlag (muskel) • Flere cellelag, mere permeabelt • Elastisk, bevægelig og fleksibelt • Brede epitheltappe • Der kan være talgkirtler, fordyce spots 	<ul style="list-style-type: none"> • Flerlaget uforhornet pladeepithel • Lamina propria men INTET submucosa • Fast bundet til underlag (knogle) • Rigid og modstandsdygtig overflade (de mange epitheltappe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Papiller! • Hvide = forhornede • Røde = uforhornede • Med smagsløg og smagsceller • Næsten intet submucosa; muskel under.

BEKLÆDENDE ("LINING") SLIMHINDE	MASTIKATORISK SLIMHINDE
Uforhornet. Lamina propria + submukosa	Forhornet. Submukosa ikke til stede
Eftergiveligt/bevægeligt/fleksibelt	Fast bundet til underlag, rigid overflade
Lagdeling	Lagdeling
Stratum basale (basalcellelag)	Stratum basale (basalcellelag)
Stratum spinosum (involukrindannelse, membrane coating granula (MCG))	Stratum spinosum (involukrindannelse, membrane coating granula (MCG))
Stratum intermedium (MCG i intercellularrum)	Stratum granulosum (profilaggrin i keratohyalingranula, MCG i intercellularrum)
Stratum superficiale	Stratum corneum (orto- eller parakeratin, fortykket cellemembran (involukrin))
Kind, sulcus, alveolær slimhinde, læbeslimhinde, mundbund, tungens underside, bløde gane	Hårde gane, gingiva

LAG:
 Epithel (flerlaget pladeepithel)
 Basalmembran
 Lamina propria
 Bindevæv, submucosa
 Muskel, knogle

Epithel		
Uforhornet, nonkeratiniseret	Forhornet, keratiniseret (eosinofil)	
	Ortokeratinisering	Parakeratinisering
Stratum superficiale Stratum intermedium Stratum spinosum (Keratin 4/13) Stratum basale (Keratin 5/14) (flere cellelag men mere permeabelt)	Homogent keratinlag uden kernerester, tydeligt stratum granulosum Stratum corneum Stratum granulosum (m. keratohyalinkorn) Stratum spinosum (keratin 1/10) Stratum basale (keratin 5/14)	Keratinlag med pyknotiske kerner, intet eller svagt udtalt stratum granulosum Stratum corneum Stratum spinosum (keratin 1/10) Stratum basale (keratin 5/14)
<p style="color: red;">Uforhornet mundslimhindeepitel</p> <p>Stratum superficiale Stratum intermedium Stratum spinosum Stratum basale (basalcellelag)</p> <p>Flere celle-lag, men mere permeabelt</p>	<p>Primært palatum durum ORTOKERATINISERET MUNDSLIMHINDEEPITEL</p> <p>Stratum corneum Stratum granulosum Stratum spinosum Stratum basale (basalcellelag)</p> <p>Keratohyalinkorn i stratum granulosum</p>	<p>Primært oral gingiva PARAKERATINISERET MUNDSLIMHINDEEPITEL</p> <p>Stratum corneum Stratum spinosum Stratum basale (basalcellelag)</p>

Nonkeratinocytter i mundslimhinden	Bindevævsceller i mundslimhinden	Bindevævsfibre i mundslimhinden
<ul style="list-style-type: none"> • Melanocytter (pigment) • Merkelceller (mekanoreceptorer) • Langerhansceller (dendritiske celler med Birbeck granula, antigenpræsenterende) • Lymfocytter (immunceller og immunrespons) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fibroblaster: talrigeste celler, tenformet og let kantet; varetager omsætning af BV fibre og grundsubstans (syntese og nedbrydning).</i> • <i>Makrofager: relativt store celler, talrige ved inflammation; normalt spredte; fagocytrende, antigenpræsenterende og frigiver cytokiner.</i> • <i>Mastceller: relativt store, indeholder granula med histamin (vasodilatation af kar) i cytoplasma (farves metakromatisk med toluidinblå).</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Kollagen type I og III (IV og VII i BL) • Elastiske fibre • <i>Grundsubstansen</i> består af proteoglykaner og glykoproteiner.

	• <i>Lymfocytter</i> (se tidligere).	
--	--------------------------------------	--

Beskyttende og mekanisk funktion af mundslimhinden

Mundslimhindens opbygning

- **Overordnet organisation** (lag – se ovenfor, tykkelse etc)
- **De enkelte cellers modstandskraft** over for fysiske og kemiske påvirkninger (de strukturelle proteiner, cytoskelet)
- **Celle-celle** (tight junctions/zonula occludens m occludin og claudin, adhæsive - zonula adherence (aktin og cadherin) og desmosomer (desmogleiner, desmoplakin, desmocolin, plakoglobin), gap junctions) og celle-ECM (adhæsive junctions: fokale adhæsioner og hemidesmosomer) adhæsioner – barriere og mekanisk styrke

Uspecifikke forsvarssystemer

Specifikke forsvarssystemer

Igen...

De fire beskyttelsesmekanismer, EMBL

Epitheelceller (turnover og membrane coating granules)

Mucin og andre nonspecifikke faktorer i spyt

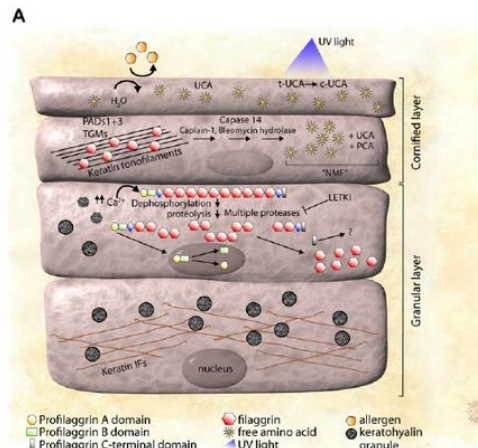
Basalmembran (stopper på vej dybere ind i væv)

Langerhansceller (immunceller generelt)

Strukturelle proteiner i epitelet:	Cytoskelet
<p>Keratin: intermediært filament som danner sammenhængende netværk via cellecellekontakter og modstand mod mekanisk påvirkning.</p> <p>Keratiner: Elektronmikroskopisk: Tonofilamenter = intermediære filamenter i epitelceller. Lysmikroskopisk: Keratiner er tonofilamenter der udgør tonofibrillier i epitelceller. Det forhornede lag på f.eks. epidermis eller ganeepitel. Molekylærbiologisk: Omkring 20 forskellige proteiner produceret af hver sit gen udgør keratinprotein Ved separation af keratinerne i henhold til molekylvægt og ladning (isoelektrisk punkt) adskiller de sig i 2 grupper: sure (type I) og basiske (type II). Katalogiseres med numre fra 1-20. Mindst ét keratin fra hver gruppe er til stede i en given epitelcelle. Basalceller i alt flerlaget pladeepitel: keratin 5 og 14. Spinosumceller, forhornet: keratin 4 og 13.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrofilamenter, 6 nm(aktin) • Mikrotubuli, 25 nm (tubulin) • Intermediære filamenter, 10 nm (herunder keratin)

Spinocumceller, forhornet: keratin 1 og 10.
 Der ses således et skift i keratinproduktionen når en celle forlader basalcellelaget. Da keratinerne er direkte genprodukter, er der tale om en egentlig differentieringsproces. Lagdelingen i epitelet afspejler således differentieringsprocessen.

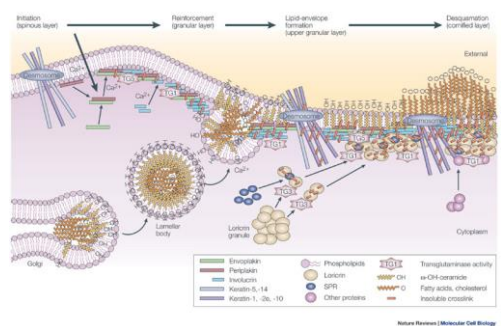
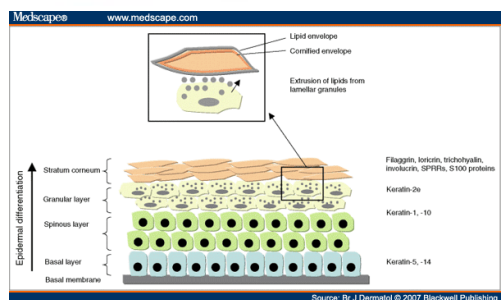
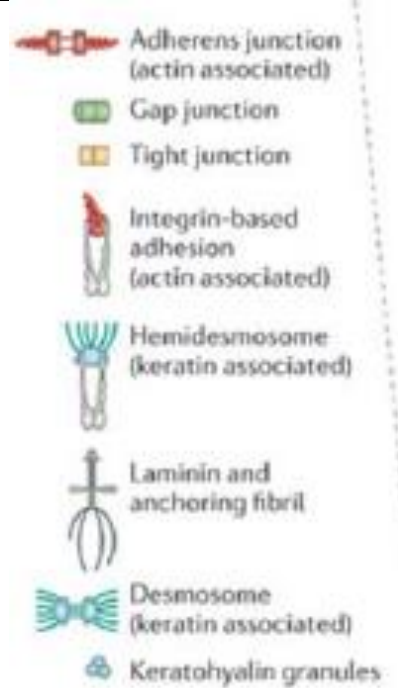
Filaggrin: profilaggrin er til stede i keratohyalin granula i stratum granulosum; det omdannes proteolytisk og indkorporeres i cellemembranen; det fungerer formentlig som cementsubstans (lim) mellem keratinfilamenterne i stratum corneum (cellerne differentierer jo videre op gennem lagene og når vi er i stratum corneum fungerer de som lim)



Involucrin: Protein, der produceres i str. Spinosum. I stratum corneum danner krydsbindinger mellem involucrinmolekyler og membranproteiner en tyk rigid struktur under cellemembranen (fortykkede cellemembraner). Krydsbindingen katalyseres af et enzym, transglutaminase, der er lokaliseret til cellemembranerne.

Det er et protein der udgør en stor del af den forhornede cellemembran.

Loricrin: intracellulært proteiner; krydsbindes under cellemembranen vha transglutaminase og binder til loricrin; danner herved fortykkede rigide membraner; indgår i dannelsen af cornified cell envelope, (primært specialiseret, beskyttende lag som består af keratiner i en blanding af proteiner omringet af lipid). Både loricrin og involucrin krydsbindes under cellemembranen og der dannes cornified celle envelope (corneocytter).



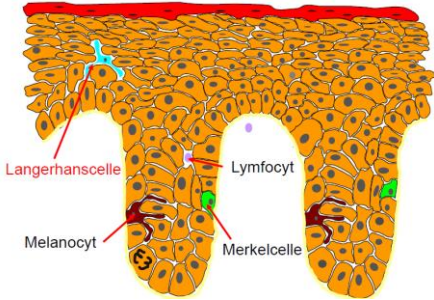
Celle-celle- og celle-matrix-adhæsion

I mundslimhindens epitel er de vigtigste celle-celle-forbindelser *desmosomerne*. Via disse adhærer epitelcellerne til hinanden og keratinfilamenterne, der fæstes til den intracellulære del af desmosomerne, "kædes" sammen til et stort netværk (skelet) der stabiliserer epitelet. En vigtig bestanddel i desmosomerne er *desmoglein*. Nogle patienter danner autoantistoffer mod desmoglein og udvikler herved den alvorlige sygdom pemfigus hvor desmosomernes funktion ødelægges og epitelcellerne falder fra hinanden.

Basalcellerne i epitelet adhærer til basalmembranen og det underliggende bindevæv via *hemidesmosomerne*. Også her fæstes keratinfilamenterne til den intracellulære del af hemidesmosomerne. Vigtige bestanddele i hemidesmosomerne er BP180 og BP230 "Bulløse Pemfigoid antigen". Nogle patienter danner autoantistoffer mod disse bestanddele og udvikler herved sygdommen pemfigoid hvor hemidesmosomernes funktion ødelægges og epitelet løsnes fra bindevævet.

Barriereegenskaber i mundslimhinden	
Epithelet	
<ul style="list-style-type: none"> • Turnover og clearance af overfladen: stamcellerne i stratum basale differentierer og vandrer op gennem lagene. Yderst sker deskvamering. Turnover for epidermis er 28-75 dage, gingiva 28-40 dage, mucosa 5-16 dage og intestine 2-14 dage. • Membrane coating granules: dannes i cellerne fra stratum spinosum og indeholder glycolipid fra golgi. De transporteres ud i intercellulærrummet og medvirker til diffusionsbarrieren. I stratum corneum forsvinder de. • Basalmembranen (hemidesmosomer – keratin, laminin, kollagen type IV og VII, pemfigoid – spalte subepithelialt), forhindrer gennemtrængen af større molekyler og mikroorganismer • Mucin og nonspecifikke faktorer i spyt • Immunologisk barriere 	
Immunologisk barriere	Non-specifikke faktorer i spyt
<ul style="list-style-type: none"> • Immunoglobulin (sIgA fra plasmaceller i spytkirtlerne (humoralt), som hæmmer mikrobiel adhæsion, øget effekt af nonspecifikke faktorer i spyt ved immobilisering af mikroorganismer) • Langerhansceller (antigenpræsenterende for T celler (cellulært)) • Lymfocytter • Lokal cytokinproduktion • Dendritiske celler • Drænerende lymfeknuder 	<p>Mucin (polypeptid kulhydrat; MG1 og MG2, O glycosyleret peptidcore, blødgør og smører overfladen, fastholder og koncentrerer andre faktorer fra spyttet på overfladen, kan binde mikroorganismer)</p> <p>Lysozym (lyserer cellevæg)</p> <p>Peroxidase (nedbryder hydrogenperoxid, thiocyanat til hypothiocyanat som er toksisk)</p> <p>Lactoferrin (binder jern og hæmmer metabolisme, bakteriocid, fungicid, innat immunsystem)</p>

(ovenstående som en del af SALT, skin associated lymphoid tissue)	
---	--

Langerhansceller	Merkelceller	Lymfocytter	Melanocytter
<p>Ligner makrofag i epithelet</p> <p>Erkender og præsenterer fremmede substanser/antigener for immunsystemet. Findes i den basale og midterste del af epidermis og mundslimhindens epithel.</p> <p>Differentierer fra monocyt ved CSF-1 stimulation</p> <p>Indeholder Birbecks granula med langerin</p>	<p>Mekanoreceptorer i epithel, der reagerer på deformation af hud og slimhinde.</p> <p>Danner kontakt med nerveender.</p>	<p>Tilstede i normalt mundslimhindeepithel og bindevæv og rekrutteres yderligere ved infektion og inflammation. Både CD4 og CD8 T celler (cellulær immunitet) og B-celler (humoral immunitet).</p>	<p>Produktion af melanin som et pigment der beskytter huden mod sollys. I mundhulen er funktionen ukendt. Har forgreninger (dendritter) hvorfra den overfører pigment til keratinocytter.</p> <p>Findes i basalcellelaget i epidermis men er ikke fast bundet til de andre celler.</p> <p>Crista neuralis deriverede</p>
 <p>The diagram illustrates a cross-section of the epidermis. At the top is the stratum corneum (red). Below it are several layers of keratinocytes. A Langerhans cell (red) is shown in the upper layers. A Melanocyte (green) is located in the basal layer, with dendrites extending upwards. A Lymphocyte (purple) is shown in the upper layers. A Merkel cell (yellow) is shown in the basal layer, associated with a nerve ending.</p>			

Vedrørende mundslimhinden: Mundslimhinden inddeles i 3 typer, hvoraf beklædende og mastikatorisk udgør de 2.

- a) **Beskriv forskelle på epitelet (herunder lagdeling) og bindevævs struktur/opbygning i de to typer mundslimhinde**

Den beklædende slimhinde er **elastisk, bevægelig og fleksibel samt mere permeabel.**

Beklædende består af **uforhornet flerlaget pladeepithel** med følgende lag: **str basale, str spinosum, str intermedium, str superficialis.** Bindevævet i beklædende mundslimhinde **består af lamina propria og submucosa.** I submucosa ses **fedtvæv samt spytkirtler.** Bindevævet i beklædende slimhinde er **løst bundet til underlaget som udgøres af muskulatur.** Beklædende slimhinde er kind, læbeslimhinde, sulcus, alveole, mundbund, blød gane, facies inferior linguae.

Den mastikatoriske slimhinde er **rigid og modstandsdygtig med mange epitheltappe (øget overlap øget modstandskraft).** Den er **fast bundet til underlaget (knogle).** Epitelet er flerlaget **forhornet pladeepithel.** Bindevævet i den forhornede slimhinde udgøres af lamina propria og **submucosa mangler.**

Forhorningen kan være ortokeratiniseret eller parakeratiniseret.

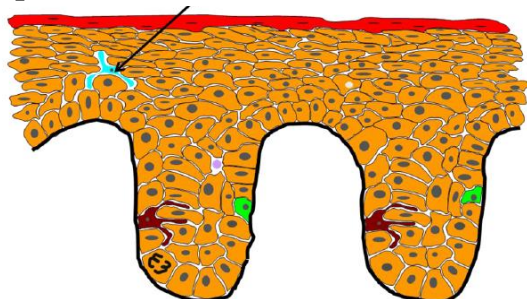
Ortokeratiniseret: **homogent keratinlag uden kernerester** samt **tydeligt str granulosum;** str basale, str spinosu, str granulosum, str corneum.

Parakeratiniseret: **keratinlag med pyknotiske kerner, intet eller svagt udtalt str granulosum;** str basale, str spinosum, str corneum.


- b) **Benævn endvidere hvilke non-kerationcytter der findes i mundslimhindens epithel og angiv kort deres funktion**


Nonkeratinocytter i mundslimhindeepitelet er **melanocytter, merkelceller, langerhansceller og lymfocytter.** Se noter.

Tegningen illstrerer et parakeratiniseret mundslimhindeepithel. Den sorte linje repræsenterer basalmembranen



- a) **Hvor i mundslimhinden kan epitelet tænkes at stamme fra og hvad benævnes denne type mundslimhinde rent funktionelt?**

Det parakeratiniserede epitel ses primært i det orale gingiva (stratum corneum med pyknotiske kerner) og denne type er funktionelt den mastikatoriske mundslimhinde. 

- b) Angiv navnene på lagdelingen i denne type epitel og indtegn deres lokalisation på en skitse. 

Cellelaget på basalmembranen kaldes stratum basale. Det røde lag, det forhornede lag med pyknotiske kerne kaldes stratum corneum og laget i midten er stratum spinosum. **Stratum granulosum** er parakeratiniseret epitel er svagt udtalt eller ikke tilstede, det ville ellers indeholde kertohyalingranula.

- c) Pilen peger på en dendritisk celle i epitel der elektronmikroskopisk indeholder såkaldte Birbeck granules. Hvad benævnes denne celle og hvilken funktion har den?

Dette er en langerhanscelle. Det er en makrofaglignende celle som erkender og præsenterer antigener for immunsystemet.

- d) Der ses en anden dendritisk celle i epitelet. Denne celle indeholder pigment. Hvad benævnes denne celle, hvorfra har cellen sin embryologiske oprindelse og hvad er dens funktion i huden?

Cellen er en melanocyt, som er crista neuralis derivet. Funktionen i huden er produktion af melaninpigment som er ansvarlig for hudfarve og beskytter mod solens UV stråling.

Vedrørende forskelle på ganens epitel i forhold til kindens epitel.

- a) **Bekriv laginddelingen af de to epitheler samt forløbet af basalmembranen.**

Den hårde gane/palatum durum er en del af den mastikatoriske slimhinde mens kindens epitel er en del af den beklædende mundslimhinde (palatum molle er også beklædende).

Palatum durum består af forhornet flerlaget pladeepitel, nærmere bestemt ortokeratiniseret. Epithelet inddeles således i lag fra basalmembranen mod overfladen: Stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum corneum.

Den beklædende slimhinde, kindens epitel består af uforhornet flerlaget pladeepitel. Epithelet inddeles i følgende lag fra basalmembranen mod overfladen: stratum basale, stratum spinosum, stratum intermedium, stratum superficialis.

Basalmembranen løber parallelt med basalcellemembranen af epitelceller. Består ultrastrukturelt af lamina lucida, lamina densa, lamina fibroreticularis. Jo større overlap mellem epitel og underliggende lamina propria, dvs jo mere "buet forløb af basalmembranen", jo bedre tilfæftning og jo mere modstandskraft. Mastikatorisk har derfor flest papiller/tappe pr mucosaarealenhed.

- b) **Beskriv indholdet af keratiner og andre strukturelle proteiner**

De strukturelle proteiner i epitelet er bl.a. keratin, filaggrin, involucrin, loricrin.

Keratin er et intermediært filament associeret til epitel. Det findes i keratinocytterne. Der findes to typer (type I er sure og type II er basiske) og hver celle indeholder mindst en af hver.

Tonofilamenter (keratin) danner tonofibriller. Disse indgår både i cellekontakter og i cornified cell envelope som en del af cytoskellet og har en strukturel funktion.

Filaggrin: Er til stede som forstadie (profilaggrin) i keratohyalin granula i stratum granulosum. Fungerer formentlig som cementsubstans (lim) mellem keratinfilamenterne i stratum corneum.

Involucrin og loricrin: protein der udgør en stor del af den forhornede cellemembran/cornified cell envelope)

Den forhornede cellemembran er et beskyttende lag som samles i periferien af flerlaget pladeepithel. Det består af keratiner i uopløselige proteiner omringet af lipider. Processen begynder med syntese af en umoden envelope på den cytoplasmatiske side af plasmamembranen. Cellerne producerer keratohyalin granula som frigives profilaggrin. Filaggrin aggregerer keratinfilamenter og fremmer kollaps og flattening af keratinocytter som herefter kaldes corneocytter. En række andre proteiner er også syntetiseret, involucrin, loricrin etc. Disse proteiner krydsbindes af transglutamines i relation til de aggregerede keratinfilamenter under plasmamembranen. Denne forhornede cellemembran erstatter corneocytternes plasmamembran og coats af lipid. Corneocytter er tæt bundet til hinanden med modificerede desmosomer som undergår proteolytisk nedbrydning og tillader deskvamering af cellerne.

c) Beskriv forhorningsgrad

Keratinocytternes vej fra basalcellelaget til overfladen er et udtryk for en differentieringsproces (cellerne bliver irreversibelt forskellige fra deres umiddelbare forstadier betinget af kvalitative ændringer i proteinsyntesen, ændret genekspression) der ofte benævnes terminal differentiering, idet den ender med cellens højeste differentieringsgrad (og død). Undervejs sker dog også modningsprocesser der kan være vanskelige at skelne fra differentieringsprocesser.

Den terminale differentiering har forskelligt slutresultat i uforhornet og i forhornet epitel, og i forhornet epitel ses 2 mønstre: orto- og parakeratinisering. Vi skelner i den forbindelse mellem forskellige differentieringstyper eller -mønstre.

Differentieringen udtrykkes tydeligst ved produktion af keratiner og andre strukturelle proteiner, filaggrin og involucrin. Disse strukturelle komponenter er vigtige for opretholdelse af epitelets struktur.

Keratinisering/forhorning er dannelse af et lag af keratiniserede celler af epitheloverfladen. Det basale lag: kubiske eller cylindriske celler over basallamina. Cellerne fra det basale lag proliferer og differentierer op gennem lagene.

Stratum spinosum er flere lag af sfæriske celler.

Stratum granulosum består af flade celler med små keratohyalin granula.

Overfladelaget er flade eosinofile celler uden kerner, corneocytter. Stratum corneum. Yderst sker der deskvamering.

Denne forhorneringsgrad kaldes orthokeratinisering. Der er variationer af forhorning, parakeratinisering. Her findes pyknotiske/shrunken kerner yderst. Der er færre keratohyalin granula, hvorfor dette lag er svært genkendeligt.

Forhoring: keratohyalingranula i stratum granulosum, indgår i dannelsen af cornified cell envelope med keratin, filaggrin, loricrin. Cellerne i stratum granulosum mister organeller, nuclei og keratohyalingranula som de når op til det keratiniserede lag. De pakkes med filamenter krydsbundet med disulfidbindinger, som fasciliterer deres tætte pakning. Desmosomerne modificeres; cellerne bliver dehydrerede og fladere. Ved deskvamering tabes cellerne og erstattes af de kommende, underliggende celler.

Uforhornet epithel: Der sker en forøgelse i størrelsen af cellerne i det intermediære lag og en ophobning af glycogen i det superficielle lag. Cellerne bliver fladere på overfladen. De indeholder tonofilamenter og kerner. Overfladen af nonkeratiniseret epithel består af celler fyldt med løst ordnende filamenter som ikke er dehydrerede. De kan danne en overflade der er fleksibel og tolerant for kompression og distention.

Keratinisering kan opstå som respons på irritation og belastning på trods af den embryologiske udviklingsbestemte forskel.

d) Forklar hvorfor det er hensigtsmæssigt med denne forskel

Det er hensigtsmæssigt at områder der udsættes for belastning og mekanisk påvirkning såsom den hårde gane ved tygning (føden rammer ganen) er keratiniseret. Kindslimhinden bør være fleksibel og elastisk, da der skal kunne ske bevægelse og udvidelse jf. ovenstående.

Vedrørende tungepapillerne og smagssans:

Lugt og smag fungerer som screeningsmekanismer for indtrængen i organismen. Det kemosensoriske system har tæt anatomisk og funktionel relation til cavitas oris.

Definitioner

Hypogeusia: nedsat smag

Hypergeusia: forøget smag

Dysgeusia: smagsforstyrrelse (fx ved smag efter tandbørstning med tandpasta, skylning med clorhexidin)

Ageusia: ingen smag

(Ovenstående er subjektive)

Adaptation: aftagende respons til samme stimuluskoncentration; tilvænnning.



Tungeryggen – dorsum linguae - specialiseret slimhinde

Tungen har en bevægelig del (corpus linguae) og en tilhæftet del (radix linguae, tungeroden). De forreste to tredjedele af tungeryggen er adskilt fra den bageste tredjedel (radix) af en V-formet fure, sulcus terminalis. Spidsen af V'et vender bagud i en lille fordybning, foramen caecum.

Tungeryggen er vekslende forhornet (især svarende til de filiforme papiller og på de vallate papillers superiore flade) og uforhornet (imellem de filiforme papiller og svarende til fungiforme papiller). Submukosa er lidet udtalt idet størstedelen af tungesubstansen udgøres af muskulatur. Svarende til tungens underside ses dog de fleste steder et submukosa (beklædende mundslimhinde).

Funktion

- Mekanisk: bearbejdelse af føde, synkning, tale.
- Sensorisk: smag (gustatorisk funktion, gustus = smag).

På tungens posteriore tredjedel (tungeroden, radix linguae) findes talrige tungefollikler eller tungebælge (folliculi linguales) der indeholder lymfoidt væv.

Smagsløg




Smagsløg findes i nogle af papillerne på tungeryggen samt i bløde gane (endvidere i pharynx, epiglottis og larynx). Flest findes i de foliate og vallate papiller og færrest i de fungiforme. Smagsløgene er løgformede og består af omkring 100 smagsceller. Foruden basalceller, der står for konstant fornyelse af de specialiserede sensoriske smagsløgsceller, findes 3 typer celler, nemlig type I ("light cells"), type II ("dark cells") og type III ("intermediate cells"). Det er uvist om de 3 celletyper tilhører samme cellelinie eller om de er distinkte celletyper. Det er heller ikke klart hvilke(n) celletype(r) der er den egentlige smagscelle, dvs. den celle der via en kemoreceptor videregiver smagsindtrykket. Type I-, II- og III-cellerne har mikrovilli/smagsstifte på overfladen der er rettet mod rummet under smagsporen. På denne celleoverflade sidder receptorer for salt, sødt, surt og bittert. Nogle af disse receptorer og den genetiske baggrund for dem er delvist klarlagt. I smagsløgene ses nervefibre uden myelinskede i tæt relation til celletyperne. Tidligere mente man at der var bestemte regioner på tungen der specielt genkendte salt, sødt, surt eller bittert, men nyere undersøgelser tyder på at dette ikke er tilfældet – eller at det i det mindste ikke er så kategorisk

opdelt som tidligere antaget. Derimod kan der være overvægt af en bestemt type smagsreceptorer i et område. Der er ikke strukturel/morfologisk forskel på smagsløgene i de forskellige regioner.

a) **Beskriv tungepapillernes histologiske udseende, deres udbredelse/lokalisering på tungen og angiv hvilke som er involverede i smagssansen**

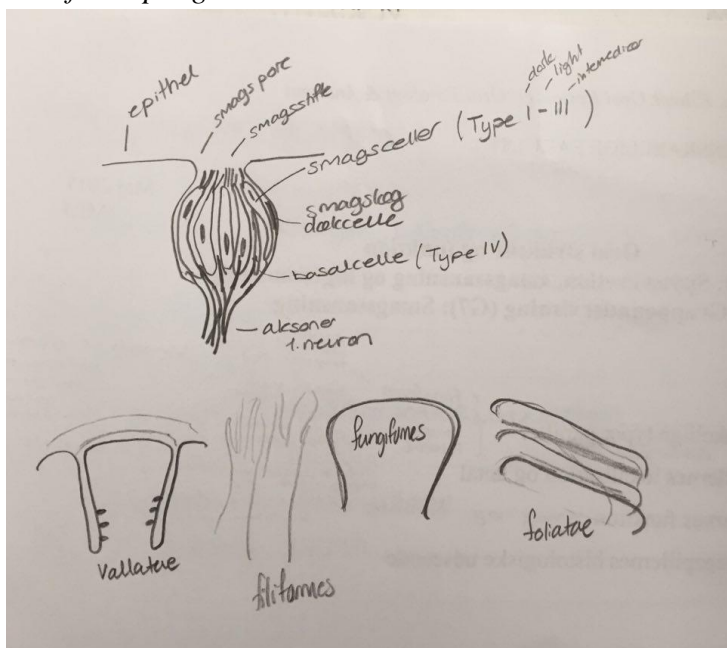
Papilla filiformes: findes på hele tungeryggen; de er tilspidsede, fileformede, trådformede og bagudrettede. Epithelet er flerlaget forhornet/keratiniseret. Disse har kun en mekanisk funktion. Holder føden fast og bevæger den. Der er tusindvis af disse. Virker ligesom velcro.

Papilla fungiformes: findes ved tungespidsen og lidt på øvrige tungeryg. Disse er paddehatformede, brede øverst og smallest nederst. De har en tynd og flerlaget uforhornet epithelbeklædning, hvorfor de er røde. Disse har smagsløg på toppen. BV i midten med kollagen, fibroblaster, kar og nervevæv. **Chorda tympani (n. facialis)** (desuden n. trigeminus n lingualis somatosensorisk (vigtig for smagsoplevelsen). Der findes 50-200 af disse. I hver af disse papiller findes 1-10 smagsløg. 

Papilla vallatae: 8-12 stk langs sulcus terminalis; De er hvidgrå og forhornede på overfladen og nedsunket i tungen med en voldgrav omkring. Flerlaget forhornet på toppen og flerlaget uforhornet med smagsløg i siderne. Disse har smagsløg i epithelbeklædningen på papillernes laterale flader. 100-200 smagsløg. I bunden af volden findes von Ebnerske kirtler. N. glossopharyngeus fører smag.

Papilla foliate: Bladformede. Disse findes på tungen siderand bagtil som slimhinfold (posterolateralt). De er beklædt med flerlaget uforhornet epithel og indeholder smagsløg lateralt på overfladen. I bindevævsfremhvelvingerne findes desuden lymfoide væv med kimcentre. 10-13 stk. Nogle hundrede (200) til tusinde (2000) smagsløg. N. glossopharyngeus.

Ekstralinguale papiller: palatum molle (n. petrosus major), pharynx, epiglottis (n. vagus), øverste del af oesophagus.



b) Redegør for smagsmodaliteterne og smagsreceptorernes forskellige aktiveringsmekanismer samt angiv overordnet relevante nervebaner fra tungepapillerne

Smagssansning kan udløses af mange forskellige kemiske stoffer (opløst i saliva). Nødvendigt med smagsmolekyle, opløsningsvæske, smagsreceptor for smagsrespons.

Smagsmodaliteterne er klassisk inddelt i

- Salt
- Surt
- Sødt
- Bittert
- Umami

Den sure smagsmodalitet fremkalder størst salivaproduktion. Den bitre smagsmodalitet har den laveste tærskelværdi for udløsning af smag.

Andre smagsmodaliteter: vand, fedt, og metallisk

Smagsløg er løgformede strukturer som indeholder 50-100 kontinuerligt modnende smagsreceptorer og støttceller samt en smagspore på toppen. I bunden findes basalceller. Turnovertiden for en smagsceller er 10-14 dage, ca. dobbelt så hurtigt som øvrigt epitel. Smagsceller er specialiserede epithelceller som hyppigt erstattes af nye, da der sker kemisk, mekanisk, termisk påvirkning/ødelæggelse.

Smagcelletype/-receptorer i smagsløgene:

Type I: 60 %, mørke, mikrovilli, myeliniserede axoner og terminale omsluttet af cytoplasma

Type II (Light Cells): 25 %, lyse, få organeller, færre mikrovilli, mange kontakter med axonterminaler

Type III (Intermediær Celler): 10 %, næsten ingen mikrovilli, synaptiske vesikler ved kontaktsteder med axonterminaler

Type IV: basalceller, 5 %

De circumvallate og foliate smagsløg skylles af von Ebnerske kirtler og de fungiforme skylles af saliva.

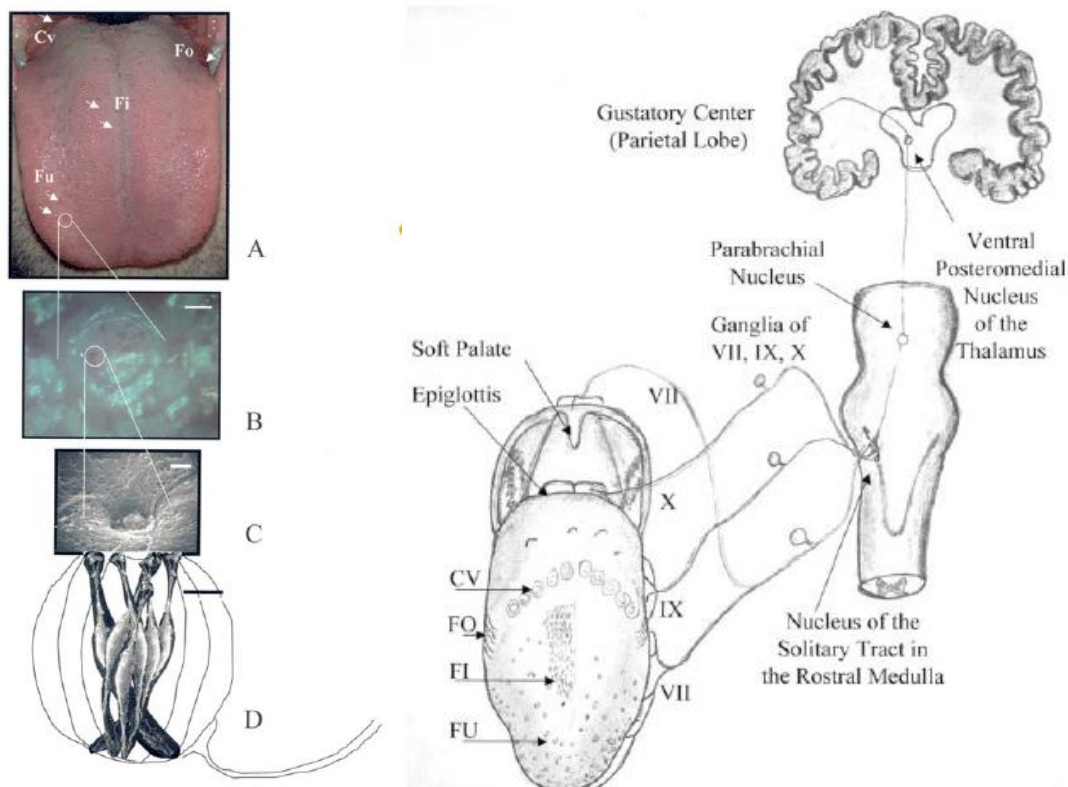
Signaltransmission i smagsceller. De forskellige smagsmodaliteter benytter forskellige receptormekanismer og signaltransmissionen udløses af forskellige ioner

Salt (ionotrop): udløses af Na^+ , kationselektiv ionkanal (bl.a. epithelial sodium channel, ENaC)

Surt (ionotrop): udløses af H^+ , kationselektiv ionkanal (bl.a. ENaC) eller hæmning af K^+ kanal

Sødt og umami (metabotrop): G-protein koblede receptorer se ventralsmembrane receptor subunit T1R3 som er koblet med T1R2 ved sød smag og T1R1 ved umami. Aktivering af fosfolipase C, IP3 aktivering, frigivelse af calcium, depolarisering.

Bittert: hæmning af K^+ kanal (fx kinin) eller aktivering af receptor koblet til G-proteiner: cGMP vej samt aktivering af phospholipase C og efterfølgende kaskade til frigivelse af calcium.



Smagsreceptoraktivering: For at stimulere smagsreceptorerne må det kemiske stof som påvirker receptoren være opløst i saliva/væske for at nå receptoren. Smagsstimuli kan påvirke receptorcellens membran permeabilitet via enten ionotropereceptorer, som direkte ved salt og surt stimuli øger permeabiliteten i ionkanaler hvilket fører til aktionspotentialer og impulsledning. Indirekte sker øgningen i permeabilitet via metabotrope receptorer koblet til secondmessenger som aktiveres af bittert og sødt. Denne aktivering fører også til udløsning af aktionspotentialer i gustatoriske nerveender. Smagscellerne kan reagere på mere end en type af smagsmodalitet, og det derved relative mønster af afferent information bestemmer smagsperceptionen.

Smagsbane:

De perifere epitheliale smagsreceptorceller synapser i smagsløget med primær afferente neuroner som har deres cellelegemer i kraniale ganglier (facial, glossopharyngeal, vagus). De ender i nucleus tractus solitarius i pons og MO på samme side. De sekundære afferente neuroner krydser midtlinjen og ender i nucleus ventromedialis/ventrobasalis i thalamus. 3. neuron ender cortikale projektiionsområder for smag i parietallappen.

Lugte og smagsforstyrrelser: hjernesvulster, demens, eller mindre alvorlige ting.

Smag kræver et molekyle, en receptor og et vandigt miljø. Saliva påvirker smagsperception og smagsstimuli påvirker salivakomposition. Tæt relation mellem smagsaktivering og spyttsekretion. Spytdannelsen er vigtig for smagsoplevelsen. Smagsoplevelsen er lige så vigtig for igangsættelse af spyttsekretion. Aktivering af smagsreceptorer influerer spyttsekretion

Blok 2 – Smerte og sansning fra det orofaciale område

Taktil og termisk sansning fra slimhinder og hud; Sansning fra tænder og parodontalligamenter; Orofacial smerte, sansning og smertemodulation og klinisk smertemåling; Smerte søvn og bevidsthedsniveau

Sansning fra det orofaciale område: *den kvalitative skelneevne (sanseindtrykket) beror på at de forskellige typer sansereceptorer har forskelligt adækvat stimulus og afferente baner, hvor information føres frem til specifikke områder i form af aktionspotentialer. Den kvantitative skelneevne (intensitet) er først og fremmest baseret på frekvensen af aktionspotentialer i afferente neuroner.*

Mekanoreceptorer: tryk og berøring, proprioception; Information om tunge, læbe, kæber, kinder, lokalisation og fysiske egenskaber af føde. Viktigt ift tale og spisning. Viktigt i forhold til oral motorisk funktion. Rig taktil sans i munden.

Der findes forskellige typer mekanoreceptorer. Antallet og fordelingen af de forskellige typer er afgørende for sansning. Tæthed og fordeling på ansigt og mund er sammenligneligt med hånd og fingre. Tærskelværdien for taktil sansning vil derfor nærmest være ens for disse områder (fingerspids og tunge, håndryg og hud på ansigt).

De fire typer: Hurtigt adapterende FAI og FAII (responderer når et mekanisk stimuli appliceres og nogle gange når det fjernes) og langsomt adapterende SAI og SAII (kan respondere så længe stimuli opretholdes).

FAI: meissner, skarp, præcis, sansning, lige under epidermis. FAII: pacini, dybere, findes ikke i mundhulen.

SAI: merkel, bunden af epidermis, præcis sansning. SAII: ruffini, dybere hudlag, også i PALigament.

Mekanoreceptorer innerveres af A-betaaxon (hurtigt ledende).

Der findes desuden lavtærskel C fibre mekanoreceptorer.

Andre receptorer med andre stimulationsmodaliteter:

Thermoreceptorer, chemoreceptorer, nociceptorer.

Begreber:

Nociception: sensorisk proces perifært eller centralt betinget af aktivering af transducere, nociceptorer, der er følsomme for vævsskadelige stimuli og inflammation

Smerteperception: bevidste sansning. Intensitet og kvalitet.

Smertereaktion: autonom reaktion (sympatikus), emotionelle respons (angst, vrede, sorg). Ved meget stærke smerter reagerer parasympatikus med nedsat hjerteaktivitet, blodtryksfald og besvimelse. Ændret aktivitet i skeletmuskulatur - undvigemanøvrer.

Smertetærskel: den mindste stimulusintensitet, der kan give smertefornemmelse ved bevidst kortikal sansning. Ved inflammation kan smertetærsklen sænkes, sensibilisering.

Smertetolerance: den største stimulusintensitet, der kan udholdes og den er resultatet af de aktuelle smertemodulerende mekanismer.

Hypoalgesi/analgesi: nedsat eller ophævet følsomhed for nociceptive stimuli.

Hyperalgesi: øget følsomhed

Allodyni: smerte fremkaldt af ikke-nociceptive stimuli.

Meddelt smerte (referred pain): smerte fra et væv, der fornemmes et andet sted eller i et andet væv typisk inden for samme dermatom. Smerte som føles i et område innerveret af en anden nerve end den som den primære smerte.

Projiceret smerte: smerte lokaliseret efter proximal stimulation til distalt innervationsområde.


Paræstesi: abnorm spontan eller fremkaldt sensibilitet

Placebo: et inaktivt behandlingsmiddel eller terapi som med overlæg anvendes for dens nonspecifikke psykologiske effekter, eller som bruges for dens formodede effekt, men som ukendt for pt og behandler ingen effekt har.

Vedrørende smerte:

- a) **Definer smerte, definer akutte og kroniske smerter. Hvordan adskiller disse sig mht symptomatologi, aktiveringsmekanismer og sensoriske fibre?**

Smerte (ental): noget forbigående, sansning, akut. **Smerter (flertal):** at have ondt, lidelse, kronisk.


Definition af smerte: En ubehagelig, emotionel oplevelse forårsaget af aktuel eller potentiel vævsskade eller beskrevet som en sådan vævsskade forelå. 


Smerte er en sansemæssig og følelsesmæssig erfaring der kræver tilstedeværelse af bevidsthed.


Akutte smerter: pludseligt opstået, hurtigt forløbende, let lokaliserbar, stikkende og skarp smerte.

Tydelig/kendt årsag (signalværdi). Kan lindres effektivt og være ledsaget af sympatisk nerveaktivitet. Forbundet med psykologisk og fysiologisk korttidsstress (akut/aktiv).

Ekstreme temperaturer eller tryk kan forårsage akutte smerter.

A-deltafibre (myeliniserede fibre med receptoren P2C3). Ift tænder findes disse i dentin, pulpa og parodontalligament. 

 **Kroniske smerter:** diffus, murrende, længerevarende smerte; persisterer > 1md ud over det forventelige eller forbundet med en kronisk patologisk proces. Uklar årsagssammenhæng og vanskelige at lindre. Forbundet med psykologisk og fysiologisk kronisk/passiv stress-reaktion. Ofte muskler og led, hovedpine og orofaciale smerter, nakke og skulderåg samt ryg. Som en del af en lidelse. **Inflammationstilstande kan forårsage kroniske smerter.**

C-fibre varetager (umyeliniserede, langsom ledningshastighed, receptor TRPV1). Ift tænder findes disse i pulpa og parodontalligament. 

b) Redegør for, hvad der forstås ved henholdsvis nociceptiv, inflammatorisk og neuropatisk smerte.

Nociception er stimulation af nociceptorer, transducere, der er følsomme for vævsskadelige stimuli og inflammation. Intense stimuli kan aktivere specifikke receptorer på de primære afferente nervefibre og sende information til 2. ordens neuroner i hjernestamme. Derfra ledes information videre til hjernen.

Forbigående (transient) nociceptiv smerte: Aktivering af højtærskel mekano-/termo-nociceptorer, der resulterer i central impulsledning i smertebaner (via specifikke nociceptive celler - NS) og kan udløse smertereflekser.

Inflammatorisk smerte. Vævslæsion eller infektion kan medføre reversible forandringer i omgivelser (frigivelse af inflammationsmediatorer) for de primære nervefibre, der kan sensibiliseres og derved lettere sende information videre til CNS med smerte til følge.

Aktivering og sensibilisering af polymodale C-fibre på grund af vævsbeskadigelse og inflammatoriske mekanismer, der resulterer i central impulsledning i smertebaner (via multireceptive celler - WDR).

Neuropatisk (betinget af skader eller dysfunktion i nervesystemet) smerte kan opstå ved læsioner på den primære nervefiber, hvilket giver anledning til radikale og ofte irreversible ændringer i nervens måde at reagere på. Perifært ved perifære nerver, plexus, nerverod og centralt ved medulla, ledningsbaner, thalamocortikale strukturer. De neuropatiske smerter har en udbredelse sv. innervationsområdet for den pågældende struktur.

Neuropatisk (neurogen) smerte: Medfører reduktion af normal sensibilitet (tryk og berøring), men hyperexcitabilitet for smerter i det område, hvor der er tab af sensibilitet som følge af beskadigelsen.

Kliniske karakteristika ved neuropatiske smerter

- Ingen synlig vævsbeskadigelse, men neurologiske tegn på tidligere nerveskade
- Forsinket udvikling – 2-6 mdr. efter skaden
- Smerte i område med ændret sensibilitet
- Jagende paroxsysmer (anfald) / brændende, sviende og diffuse smerter
- Smerte forårsaget af ikke-smertefulde stimuli (kulde, stik, berøring, tryk)
- Summation (øget smerte ved gentagen stimulation)
- Eftersensationer (smerter efter ophør af stimulation)

Funktionel smerte. Her kendes årsager ikke, men der sker en forstærkning i CNS af afferent input, hvilket kan medføre en generaliseret smerteoverfølsomhed.

Vedrørende sansning fra tænder:

- a. **Beskriv hvilke påvirkninger af emalje og dentin som kan føre til sanseindtryk**
- b. **Redegør for de involverede nervefibre og tilgrundliggende neurofysiologiske mekanismer både når smerte er kronisk og akut.**

a) **Tænderne er innerveret i pulpa og den pulpale del af dentinen. Tænderne er tættest innerveret i den koronale del af pulpa, specielt i pulpahornene og nerveforgreninger strækker sig 1/3 del ind i dentinkanalerne. Der er INGEN nervefibre i emaljen. Smerte er formentlig det eneste sanseindtryk der kan udløses fra tænder.**

I dentinen findes A-beta og A-delta fibre. A-beta er følsomme for vibration og har muligvis mekanoreceptive funktioner.

I en sund tand er det normalt A-delta fibre som aktiveres. Sansning fra intakte tænder opstår næsten altid ved indirekte stimulation af nervefibre. Dentin - Hydrodynamisk mekanisme: Temperatur, luft og osmotiske påvirkninger af dentinkanalvæsken.

Hyperton opløsning eller kulde - væske ud. Hypoton opløsning eller varme - væske ind.

Ved patologiske tilstande kan sansning forekomme som mere direkte stimulation af nervefibre.

Pulpa: Inflammation, blodforsyning og intrapulpat tryk


Følgende stimuli kan føre til sanseindtryk:




Emalje: sansning herfra finder kun sted ved ledning af termiske og galvaniske (strøm) påvirkninger og aktivering af nerver i dentin og pulpa.



Dentin: sansning kan ske direkte og indirekte. Direkte ved påvirkning af nervefibrene i pulpale 1/3 del af dentin eller ved fibre langs pulpa-dentin grænsen. Og indirekte ved væskebevægelse i dentinkanalerne (hydrodynamisk transmission) ved blottet dentin:


- Osmotisk (eks. sukkerholdige væsker) → udadgående væske bevægelse
- Mekanisk (eks. luftblæsning, boring)
- Varme og kulde påvirkninger gennem emalje og dentin 
 1. Kulde fører til nedsat volumen og tryk → udadgående væske bevægelse (kun påvirkning af A-delta fibre)
 2. Varme fører til øget volumen og tryk → indadgående væske bevægelse (påvirkning af både A-delta og C-fibre)

 **Aktivering af C-fibre** (polymodale = kan aktiveres af forskellige typer stimuli, kemiske stoffer, overdreven varme eller kulde og mekanisk stimulation (boring)) **i pulpa sker primært i forbindelse med inflammationstilstande, ved stærk varme og beskadigelse af pulpa.**


Aktiveringen af nervefibre og dermed sanseindtryk og smerteopfattelse afhænger af emaljens og dentinens tykkelse, altså tandens isolation, samt af blottet dentin infraktioner osv.

Hydrodynamisk stimulation af dentin i normal tand er insufficient til at aktivere C fibre.


b) **Tanden innerveres af myeliniserede A-delta fibre og A-beta fibre samt af ikke-myeliniserede polymodale C-fibre. Især A-delta fibre aktiveres i sund tand. C-fibre aktiveres først ved inflammationstilstande i pulpa, ved høj varme, og beskadigelse af pulpa. Forgreninger fra A-deltafibrene strækker sig ud i dentinkanalerne i den pulpale 1/3 af dentinen svarende til 50% af kanalerne. Innervationen er tættest i pulpas koronale del, særligt i pulpahornene. Akutte tandsmerter er pludseligt opståede smerter som er hurtigt forløbende. De er skarpe, kortvarige og vellokaliserede. Ikke-isotone opløsninger samt kulde/varme og luftpåblæsning kan føre til bevægelse af væske i dentin tubuli og dermed indirekte aktivering af A-delta fibre. Dog kræver aktiveringen via ikke-isotoneopløsninger samt mekaniske stimuli som luftpåblæsning blottet dentin. Sansning afhænger således af dentinens tykkelse, den osmotiske gradient og dentin tubulis diameter. Der er ingen nervefibre i emalje, så sansning via denne kræver påvirkning der er termisk eller galvanisk.**

 **Kroniske smerter er smerter som persisterer og karakteriseres som murrende længerevarende/konstante og diffuse. Inflammations tilstande i en tand, som ses ved fx fremskreden caries, kan forårsage perifer sensibilisering og kroniske smerter. Inflammationstilstand aktiverer C-fibre som formidler denne smerte. Ekstrem varme, inflammation, beskadigelse af pulpa. Sensitiviteten overfor de nociceptive stimuli kan øges som følge af gentagne noxious (skadelig) stimuli som fører til vævsskader og tærskelsænkning (perifer sensibilisering). Neuroplasticitet menes at være en vigtig proces i overgangen fra akut til kronisk smerte.**

Vedrørende sansning fra tænder:

- a. **Beskriv det neurofysiologiske grundlag for udløsning af sansning fra tanden og hvorledes disse sanseindtryk fornemmes**
- b. **Beskriv ydre påvirkninger, der kan stimulere sanseindtryk fra tanden og mekanismerne for disse** 

a) **Smerte er antageligt det eneste bevidste sanseindtryk, der kan udløses fra intradentale receptorer. Tænderne innerveres af nn. alveolaris sup et n. alveolaris inf fra n. trigeminus. Aktivering af myeliniserede A-deltafibre medfører en skarp, vellokaliseret kortvarig smerte.**

Aktivitet i de polymodale myeliniserede C fibre medfører en diffus langvarig smertefølelse. Normalt er det A-delta fibre som aktiveres i en sund tand. Nociceptorerne fra de polymodale C-fibre aktiveres ved stærk varme og kulde, ved beskadigelse af pulpa og i forbindelse med inflammationstilstande i pulpa. Innervationen er tættest i pulpas koronale del samt i pulpahornene. Forgreningerne af A-delta fibre strækker sig ud i dentinen tubulus i den pulpale 1/3 af dentinen i ca 50% af kanalerne. Emaljen indeholder ingen nervetråde. Tandens innerveres også af A-beta fibre. 

- b) Ydre påvirkninger der kan stimulere sanseindtryk er galvaniske, termiske, osmotiske og mekaniske påvirkninger. Emaljen kan lede elektrisk strøm samt termisk påvirkning. Dentin kan påvirkes direkte ved påvirkning af nervefibre i den pulpale 1/3 af dentinen eller langs pulpa dentingrænsen. Indirekte påvirkes nervefibrene i dentinen af væskebevægelse i dentinkanalerne (påvirkning fra emalje ledes gennem denne væske). Hydrodynamisk transmission. Ved blottet dentin kan der ske osmotisk påvirkning. Hyperton væske resulterer i udadgående væskebevægelse (fx sukker). Mekanisk påvirkning såsom luftpåblæsning igangsætter væskebevægelse. Ligeledes påvirkes væsken af kulde (udadgående) og varme (indadgående væskebevægelse) som stimulerer nervefibrene i dentinen.


De fibre der strækker sig ud i dentinen er A-delta fibre. I pulpa findes også C-fibre, som primært aktiveres ved stærk varme, beskadigelse af pulpa eller inflammationstilstande.

Aktivering af nervefibre og dermed sanseindtryk og smerteopfattelse afhænger af emaljens og dentinens tykkelse, altså tandens isolation, samt af blottet dentin infraktioner osv.

Vedrørende somatisk afferent innervation af tænder:

- beskriv den fysiologiske baggrund for og den praktiske gennemførelse af elektrometrisk bestemmelse af smertetærskel
- Redegør for andre kliniske metoder til vurdering af tændernes vitalitet

a) Fysiologisk baggrund:

Tænderne i overkæben er innoveret af nn. alveolaris superior fra n. maxillaris og tænderne i underkæben er innoveret af n. alveolaris inferior fra n. mandibularis. Alle er grene fra N. trigeminus. 


Smerte er antageligt det eneste bevidste sanseindtryk der kan udløses fra intradentale receptorer. Normalt er det de myeliniserede A-beta og A-delta, men primært A-delta, som aktiveres i den sunde tand. A-deltafibrenes receptive felt er pulpa periferi og dentin.

Aktivering af polymodale C-fibre hvis receptive felt er pulpa, sker i forbindelse med inflammationstilstande i pulpa, ved stærk varme og beskadigelse af pulpa det vil sige ved kemiske, termiske, mekaniske påvirkninger. Innervationen er tættest i pulpas koronale del samt i pulpahornene. A-deltafiberne har nerveforgreninger som strækker sig ud i dentinkanalerne inderste 1/3.

Der er ingen nervøs innervation af emaljen. Sansning ved påvirkning af emaljen kan kun ske ved opvarmning/nedkøling samt ved galvaniske påvirkninger.

Sansning fra dentinen kan foregå ved direkte påvirkning af nervefibre i den pulpale 1/3 af dentinen samt af fibre i pulpa ved pulpa-dentingrænsen, mens den må foregå indirekte i den yderset 2/3 af dentinen, ligesom i emaljen. Påvirkninger som fører til væskebevægelse af væsken i dentinkanalerne, hydrodynamisk transmission, som for eksempel varme, kulde, ikke-isotoneopløsninger udløser også indirekte sansning. Forudsætningen for at påvirkninger fører til sansning er at tanden er at innervationen er intakt det vil sige vital.

Elektrometrisk smertetærskelbestemmelse:

 Også kaldet pulpatest. Metoden anvendes til at underbygge eller afvise mistanke om alvorlig inflammation/infektion eller nekrose i en tand. Tandens tørlægges og elektrodespidsen fugtes og holdes midt på tandens faciale flade (okklusalflade kan evt påvirkes). Med den anden hånd lukkes kredsløbet ved placering på patientens kind. Stimulusstyrken øges langsomt. Smertetærsklen bestemmes svarende til den stimulus hvor der første gang føles smerte.

- c) Andre kliniske metoder til vurdering af tandens vitalitet: kan være termiske påvirkninger som eks kuldepåvirkning med en isterning mod tanden eller kloretyl spray på en vatpind. Det nedkølede objekt anbringes midt på tanden så ingen andre områder i mundhulen påvirkes. Begge typer af påvirkning vil føre til en smertefølelse i en vital tand, både som en direkte ledning, men også indirekte som væskebevægelser i dentin tubuli. Reaktions tiden for påvirkning af den mistænkte tand kan sammenlignes med samme modstående tand da der ikke er tabelværdier for smertetærskel. Kulde eller varme appliceret på en tand med irreversibel pulpitis vil resultere i en længerevarende smerte. Ved reversibel pulpitis vil smerten være skarpere og mere intens ift normal tand. En nekrotisk pulpa giver ingen sansning. Luftpåblæsning eller mekanisk påvirkning. En inflammatorisk tandpulpa bliver hypersensitiv, hvilket er en indikation på mekanisk allodyni. Man kan banke på tanden.

Ekstra: Generel klinisk smertemåling:

- Elektrometrisk vitalitetsprøve (pulpatest): undersøge om pulpa er nekrotiseret
- Tryk- eller palpationsømhed af muskler, kæbeled og tænder: algometer, standardiserede fingertryk, perkussion af tænder.
- Visuel analog skala (VAS): afkrydsning på linje fra ingen smerter til uudholdelige smerter.

Vedrørende smerte i forbindelse med tandbehandling:

a) Beskriv det neurofysiologiske grundlag for de perifere smertemekanismer

Der perifere smertemekanismer beror på aktivering af nociceptorer i tanden. Se i øvrigt de andre opgaver.

A-delta fibre – hurtige, let myeliniserede – skarp smerte

- Primært højtærskel mekano-nociceptorer (termo-)
- Aktiveres ved tryk / stræk (ekstreme temp. $>45^{\circ}\text{C}/<5^{\circ}\text{C}$)
- Nøgne nerveender

C fibre – langsomme, umyeliniserede – diffus smerte

- Polymodale nociceptorer
- Aktiveres ved kraftige mekaniske, termiske (50°C) og kemiske stimuli (substans p, prostaglandiner etc)
- Nøgne nerveender
- Tavse / slumrende nociceptorer (silent nociceptors)
- Kan aktiveres ved inflammation (og sensibiliseres)

b) Beskriv hvorledes smerteoplevelsen kan modificeres

I forbindelse med tandbehandling og andre smertevoldende procedurer skal man så vidt muligt forsøge at forebygge at smertestimuli opstår perifert, og hæmme sensibiliseringsmekanismer og afferent impulsledning. Selve impulsledningen i N. trigeminus grene kan hæmmes med

lokalanalgesi som blokerer Na-kanalerne. Dette blokerer ledning af aktionspotentialer. Dette vil samtidig reducere muligheden for central sensibilisering svarende til 2. neuronerne i smertebanen (hjernenervekerne).

Desuden kan man forsøge at påvirke centre i CNS specielt formatioreticularis, det limbiske system og forskellige områder af cortex som varetager funktioner som sansning, fornøft, følelser, drifter og bevidsthedsniveau. Samtidig kan man aktivere det descenderende antinociceptive system via det periakvæduktale grå område, nucleus raphe magnus og locus coeruleus. Typisk kan man nedsætte patientens smerteoplevelse ved at informere og berolige patienten og ved omsorg og interesse dæmpe patientens angstfølelser. Dette kan understøttes ved præmedicinering og med kvælstofilte (lattergas) og ved at lede patientens opmærksomhed fra ubehagelige procedurer.

Orofacial smertemekanisme:

Receptorer: frie nerveender (ligger tæt i hud og slimhinde og mere spredt i muskler, ligamenter, kæbeled og mest spredt i viscera)

Første afferente neuron: højtærskel mekanotermosensitive, nociceptive a-delta fibre og polymodale nociceptive C fibre.

Anden ordens neuroner: specifikke nociceptive celler, wide dynamic range/multireceptive celler; ascenderende baner; til formatio reticularis, PAG, thalamus

Tredje ordens neuroner: fra thalamus til kortikale og limbiske områder.

Smertemodulation kan ske på forskellige niveauer:

Receptor: kan stimuleres af bradykinin, histamin etc og sensibiliseres af prostaglandin, nerve growth factor osv. En skadelig påvirkning og evt. neurogen inflammation resulterer i perifær sensibilisering ved tærskelsænkning og rekruttering af tavse nociceptorer.

Første synapse: i medulla og hjernestamme; forskellige substanser; nabohæmning/modiritation/gating, descenderende antinociceptive system fra forskellige øvre områder og central sensibilisering ved hyperexibilitet af 2. neuron.

Anden synapse: i thalamus; ascenderende og descenderende antinociceptive baner.

Vedrørende mekanismerne bag og klinisk undersøgelse af somatisk sansning i munden:

a) Beskriv overordnet hvordan sansning opstår, dels ved forskellige påvirkninger af enkelte tænder, dels ved sansning mellem antagonerende tænder

Smerte og taktil sansning fra ansigt via n. trigeminus (tractus trigemins). Taktil sansning fra krop og ekstremiteter via bagstrengsbaner og smerter via anterolaterale system. Til primærsensorisk cortex.

Næsten halvdelen af cortex er optaget med oral information.

De sensoriske enheder der opfatter stimuli er bl.a. mekanoreceptorer. Der findes forskellige typer mekanoreceptorer.

Frie nerveender, mekanoreceptorer og andre receptorer (nociceptorer, thermoreceptorer) aktiveres af stimulus og der igangsættes impulsaktivitet. Via nervebaner nås sensorisk cortex.

Påvirkning af enkelte tænder: nervefibre i pulpa og dentin registrerer påvirkninger (hydrodynamisk effekt ved sund tand).

Påvirkning af antagonerende tænder: mekanoreceptorer i parodontialligamentet.


b) Redegør for baggrund, formål og praktisk fremgangsmåde ved mindst tre undersøgelsesmetoder af somatisk sansning i munden.

Sansefunktion på tandklinikken kan undersøges vha pochedybdemåler (tryk), vattot, sonde (smerte), isterninger (temperatur), elektrometisk pulpatest (smerte fra tand), tryktærskelbestemmelse med von Frey hår (på hud, fingre og andre steder), topunktsdiskrimination og oral stereognosi.

- 1) Oral stereognosi er evnen til at identificere form uden synets hjælp. Det giver et mål for evnen til at kunne udføre integrerede orale funktioner (fx tygning, synkning, tale) og kunne anvende aftagelige proteser. Beror på integration og syntese af mange forskellige sanseinformationer i højere centre. Kliniske test vha. prøvelegemer. Den stereognostiske evne afhænger af: Tandstatus og okklusion, alder, træning, neurologiske lidelser, mental kapacitet. Praktisk udførelse: prøvelegemer på udstrakt tunge → korrekt identifikation og genkendelsestid registreres.
- 2) Taktil sansning: Tryk og berøring på gingiva med vatpind, pochedybdemåler, spids sonde. Overfladebedøvelse med xylocainsalve kan påvirke følsomhed. Det sætter sig på Na⁺-kanaler og hæmmer depolarisering. Ledningsanalgesi. Kan fx bruges inden man lægger bedøvelse.
- 3) Topunktsdiskrimination
- 4) Tryktærskelbestemmelse med von Frey hår. Ved anvendelse af forskellige hårtykkelser og derved modstand/tryk undersøges tærskelværdien for tryk og berøring. Tærskelværdien er højere på keratiniseret hud end på non-keratiniseret/uforhornet. Den taktile sansning kan testes med plastikhår, monofilamenter. Forskellige længer og tykkelse af hår giver forskellige tryk. 1 sek til håret bøjer let. Testes 3 gange. Genkendt 2/3 gange betragtes som positivt resultat. Påvirkes af temperatur hvorfor afkøling kan mindske følsomhed.
- 5) Sensibilitet i ansigtet kan testes med vatpind (A-betafibre – taktil sansning), klorætyl (A-delta og termisk påvirkning) og tandstikker (C-fibre, tryk og berøring). Tryk på huden i ansigtet med nævnte genstande svt n. ophthalmicus (tindingen), n. maxillaris (arcus zygomaticus) og n. mandibularis (kind, nederste del).

Vedrørende to-punktsdiskrimination:

a) beskriv mekanismerne bag forskelle i to punktsdiskrimination

 **Topunktsdiskrimination er den mindste afstand mellem to samtidigt applicerede berøringsstimuli, der opfattes som separate.**

Evnen til at diskriminere mellem to separate stimuli afhænger af udstrækningen og lokalisation af mekanoreceptorerne fra et specifikt afferent neuron, det receptive felt. Det receptive felt er det område, der innerveres af en enkelt sensorisk nervefiber.

Sanseskarpheden afhænger af størrelsen og tætheden af de receptive felter og dermed også af overlappning mellem flere felter. Jo mindre det receptive felt er og jo tættere felterne er, jo bedre er evnen til at adskille to punkter fra hinanden ved stimultærskelværdien for to-punktsdiskrimination.

b) Angiv typiske tærskelværdier for ansigtsregionen og i hvilke kliniske situationer metoden kan anvendes.

Typiske tærskelværdier for ansigtsregionen

Tungespids: 1 mm

Underlæbebeprolabiet: 2 mm

Kinder: 10 mm

Andre steder: fingerpulpa: 2mm, ryg: 65 mm, håndryg: 10 mm.

Metoden er en enkel metode til bestemmelse af omfanget og udbredelsen af en evt. nerveskade

Okklusal taktil sansning: mekanoreceptorer i parodontalligament!

Sansetyper og receptorer i parodontalligamenterne

- Tryk og berøring
- Stilling og bevægelse
- Smerte

Evnen til at føle stilling eller stillingsforandringer af kropsdele (her: kæben) uden hjælp fra synet fx bide sammen.

Parodontalligamenter (ved naturlige tænder) er 0,2 mm tykt (0,15-0,35) (tilpasset de aktuelle kraftpåvirkninger). Består af tykke bundter af kollagene fibre og fast fibrøst bindevæv, der holder tandroden fast til alveoleknoglen. Udgør sammen med mekanoreceptorerne et vigtigt unikt sanseorgan. Fremitus dvs. tandens mobilitet/eftergivelighed i alveolen under funktion (betyder egentlig: snurrende lyd, men også palpabel vibration) afhænger af membrantykkelse, de kollagene fibre og ligamenternes viscoelastiske egenskaber. Den er øget efter ortodontisk behandling, særlig hård belastning fx ved suprakontakter (enekontakter), tænderskæren og høj bidkraft, og patologiske forhold (paradentose). Mindsket uden antagonist, dvs. ringe belastning. Eksisterer ikke ved implantater.

Mekanoreceptorer i parodontalligamentet lav tærskel sv.t. hver tand: medvirker til taktil sansning, indgår i refleksbuer til kontrol af tyggemusklernes funktion og til stimulation af spyttsekretion. Ingen mekanoreceptorer ved implantater. Aktiveres ved direkte stræk og tryk eller ved at blive klemt mellem kollagenfibrene. Giver statisk og dynamisk information om stimulus intensitet, varighed og retning.

Motorisk kontrol - som senetene.

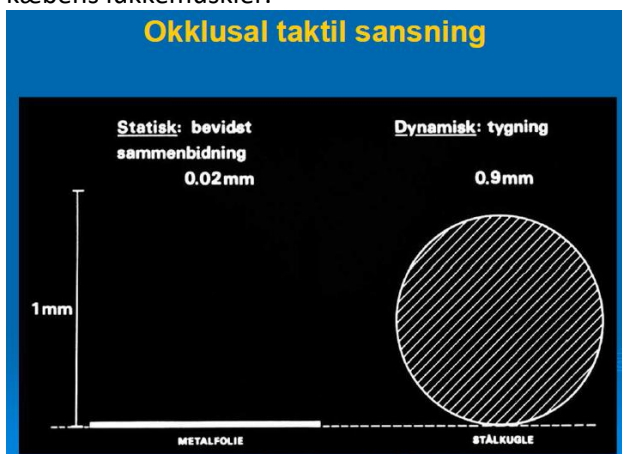
Hovedparten af mekanoreceptorerne er langsomt adapterende og giver respons ved påvirkning i en eller flere retninger. Større sensitivitet ved incisiver end molarer på trods af større areal af molarernes parodontalmembran. Ved incisiverne opstår en respons ved påvirkning alle retninger. Ved molarerne kun respons ved distale og linguale påvirkninger.

Okklusal taktil sansning er evnen til at føle mellem tændernes okklusalflader eller fx "for høje fyldninger". Følsomheden mindskes bagud i tandrækken men følsomheden er meget højere end ved implantater og helproteser.

Periodontale mekanoreceptorer har en inhibitorisk effekt på lukkemuskler (hurtig og evt. kraftig påvirkning) - beskytte de orale strukturer. Desuden en excitatorisk effekt på lukkemuskler (langsom påvirkning) - holde på føden og opregulere sammenbids- og tyggekraft.

Aktivitetspauser udløst fra parodontale mekanoreceptorer ved perkussion af tand - inhibitorisk effekt på lukkemuskler.

Moderat stimulation af mange lavtærskel periodontale mekanoreceptorer har en eksitatorisk effekt på kæbens lukkemuskler.



Vedrørende temperatursansning fra det orale mucosa og tungen

a. beskriv kort receptorer og karakteristiske forhold ved temperatur sansning

Temperatursansning beror på afferent information fra termoreceptorer. Thermisk energi af en bestemt størrelse stimulerer receptorkanaler i termoreceptorernes terminale ende. Dette resulterer i en depolarisering af membranen. Når receptorpotentialet når tærskel vil aktionspotentialer fyres. Kemiske stimuli såsom capsaicin og menthol kan også påvirke receptorkanalerne.

Temperatur mellem 29 og 37 neutral

Varmesmerter over 45 grader

Kuldesmerter under 15 grader

b. redegør for hvordan fødens fysiske egenskaber kan påvirke temperaturopfattelsen

Fornemmelsen af fødens temperatur afhænger ikke blot af dens temperatur, men også af dens fysiske egenskaber, herunder temperaturtransmission, konsistens og sammensætning. Fødeemner med højt fedtindhold og som er semi-faste har lavere termisk konduktivitet og høj viskositet hvorfor de opfattes som varmere end fødeemner med lavt fedtindhold eller vand ved samme temperatur. Generelt føles væske køligere end faste fødeemner med samme temperatur, blandt andet fordi den fordeler sig i hele munden.

Mundens temperatur påvirker også opfattelsen af fødens temperatur. Overfladetemperatur: Ansigtshud 33-34°C; Læbemucosa 34-35°C; Tunge 36-37°C; Udåndningsluft 37°C

Temperatursensitive afferente

Adelta-fibre og C-fibre

Lavtærskel termoreceptorer, kulde- og varmfibre (15-45°C), herunder kulde-mentol og vanilloidreceptorer (capsaicin)

Højtærskel termoreceptorer, inkl. C-polymodale termo-nociceptorer og højtærskel-kuldereceptorer (<15°C og >45°C → potentiel vævsskade i form af forfrysninger og forbrændinger)

Små receptive felter (kulde- og varmepunkter)

Højere tæthed af kulde- end varmfibre

Responset fra varmfibre øges med temperaturstigning indtil 45 grader. Der sker sensibilisering af neuroner efter skadevoldende varmepåvirkning (noxious heat). C-polymodal nociceptor (CPN)

Registrerer primært temperaturændringer, således at vævsskade kan undgås, og kropstemperaturen kan holdes konstant. Hurtigt adapterende

Vedrørende **søvn**:

a) Redegør for søvnens faser/stadier og variationen hen over natten under naturlig søvn
Søvnens består af flere forskellige faser/stadier, som primært viser sig ved cykliske forandringer i mønsteret i EEG. Ved overgang fra opmærksomhed til døsigthed og efterfølgende egentlig søvn ændres EEG'et i retning af langsommere frekvens og højere amplitude. **(Hvad er det amplituden og frekvensen er udtryk for??)**

I vågen tilstand med lukkede øjne ses kortikale potentialændringer på 8-12 Hz (alfa-aktivitet) med en amplitude på 20-80 μ V. Den synkrone aktivitet undertrykkes, når øjnene er åbne, eller den mentale aktivitet er høj, således at EEG'et forekommer desynkront med øget frekvens (beta-aktivitet 13-30 Hz) og lavere amplitude.

NREM-søvn:

Stadie 1: indsovning, døsefasen – alfaaktivitet erstattes af langsommere, thetaaktivitet (3-7 Hz) af samme amplitude eller lidt højere end alfa-aktiviteten. I døsefasen er den subjektive opfattelse af søvn/vågentilstand meget individuel.

Stadie 2: egentlig søvn indtræder. Defineres ved theta-aktivitet med forekomst af 2 meget specifikke EEG-forandringer, søvnspindlen (12-14 Hz synkrone potentialændringer af mindst 0,5 sekunds varighed) eller K-komplekset (en skarp negativ bølge efterfulgt af en positiv komponent).
Forsøgspersonen vil i dette stadie være let at vække. Kropstemperatur, respiration, puls og muskeltonus falder med søvnens dybde, og momentant kan der opstå forøget fasisk aktivitet i forbindelse med kropsbevægelser, lokale bevægelser eller synkning.

Stadie 3: Når 20-50 % af søvnepoket udgøres af deltaaktivitet. Ved stigende søvndybde (dyb søvn) ses tiltagende tilblanding af langsommere aktivitet af delta-aktivitet (0,5-2 Hz) med høj amplitude.

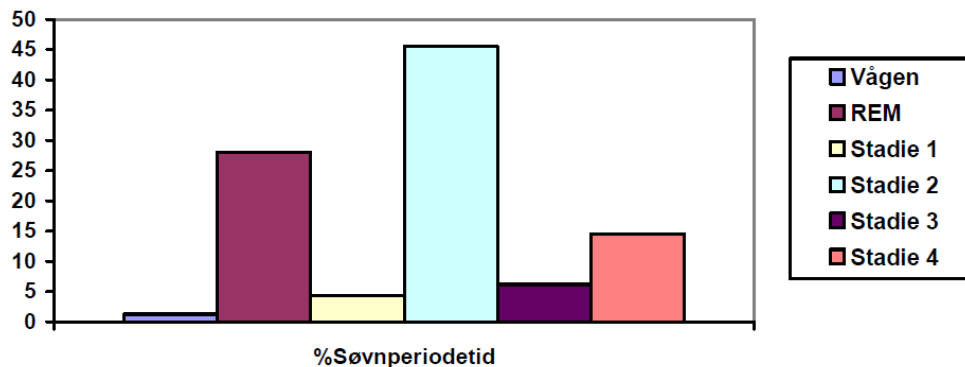
Stadie 4: Deltaaktivitet udgør over 50 % af søvnen.

Udviklingen igennem de 4 første stadier sker i løbet af 10-15 minutter, og herefter er der sædvanligvis en periode med dyb søvn på omkring 40-60 minutter. Herefter skifter søvnen til mere overfladisk søvn efterfulgt af første periode med drømmesøvn (REMsøvn).

REM-søvnen (undertiden også benævnt stadie 5) er karakteriseret ved rykvise biokulære synkrone øjenbevægelser, nedsat muskeltonus og relativt lave EEG potentialændringer med varierende frekvens overvejende med 3-7 Hz theta-aktivitet. EEG'et tyder på relativt kraftig kortikal aktivitet, men paradoksalt nok er den sovende svær at vække. Den første REM-periode varer som tidligere nævnt 10-15 minutter, og herefter er første søvncyklus gennemløbet. En søvncyklus defineres således fra slutningen af en REMperiode til slutningen på næste REM-periode. Søvnens består normalt af 3-5 søvncykler af 90-100 minutters varighed i løbet af 7-8 timers søvn. Søvnens er således præget af særlig megen dyb søvn i starten af natten, og allerede i 2. eller 3. søvncyklus er der ikke mere tale om egentlig dyb søvn (stadie 4). Med 90-100 minutters intervaller gentages REM-perioderne i løbet af søvnen med successivt længere varigheder op til 20-30 minutter.

<https://www.youtube.com/watch?v=NO-iUU8PIcE>

<https://www.youtube.com/watch?v=ffKcep4jnlM>



Figur 3. Typisk søvnstadietfordeling hos yngre, raske mænd efter Karacan & Hirsch's undersøgelse (1974).

b) Redegør for søvnens formodede funktion

Med søvn menes en reversibel tilstand af tydeligt sænket bevidsthedsniveau og tydeligt nedsat respons på påvirkninger fra omverdenen. Det formodes at søvnen er vigtig for sekretion af flere hormoner, for immunforsvaret og for hukommelsesprocesser. Hertil kommer en form for reorganisation, afbalancering og nulstilling af neuronaktiviteten i CNS.

Den dybe deltasøvn under stadiet 3 og 4 samt REM-søvnen antages begge at have en specifik funktion. Den dybe søvn ser ud til at have særlig betydning for udskillelsen af humant væksthormon. Får børn ikke denne søvn ses væksthæmning. For voksne betyder den dybe søvn tid til restitution af kroppen. Ved mangel på dyb søvn ses udtalt kropslig træthed og smerter i muskler og støttevæv.

REM-søvn: Ved undertrykkelse af REM-søvnen opstår psykologisk aktivering som kan føre til rastløshed og irritation. Efter REM-undertrykkelse vil der de følgende nætter ses mere REM end ellers. Under REM-søvnen ser det ud til at der er tale om hjernemetaboliske processer, idet særligt hjernens blodgennemstrømning, temperatur og metabolisme er øget. Visse forsøg tyder på at REM-søvnen også er vigtig for indlæring. Drømmesøvnen betragtes som en gennemgang af de seneste dages sensoriske indtryk med henblik på endelig lagring.

Redegør for følgende forhold vedrørende natlig **bruksisme**

a) definition, forekomst og karakteristika.

Bruksisme er natlig tænderskæren, et fænomen der er karakteriseret ved en ubehagelig skærende lyd og som en formodet årsag til hovedpine. Bruksisme er generelt forekommende.

Søvnbruksisme er generelt langt hyppigere hos børn (13-20 %) end voksne og ældre (3-10 %), men erkendes som oftest først i forbindelse med dårlig søvnkvalitet og morgenhovedpine i stressede perioder.

Samtidig kan tænderne også være temperaturfølsomme eller ømme om morgenen.

Perioder med bruksisme findes overvejende i NREM-søvnen med faldende hyppighed med søvndybden. Bruksisme ses oftest begyndende fra stadie 1 eller 2 herunder ved indsovning og opvågning og tydeligt forbundet med søvnstadieskift.

Forud for bruksisme viser EEG'et tegn på opvågningsreaktioner. Søvn hos personer med ekstrem bruksisme er desuden karakteriseret ved reduceret søvnkvalitet med flere eller længere opvågninger og øget natlig tyggemuskelaktivitet samtidig med at den procentvise andel af dyb søvn er reduceret.

Et sådant søvnmønster med mange opvågningsepisoder og reduceret dyb søvn ses også hos torturoverlevende som ud over de psykiske og fysiske følger efter torturen også lider af tænderskæren.

Bevægelserne ved bruksisme er aktive underkæbebevægelser i rytmiske episoder med tandpres og/eller tænderskæren (små bevægelser med tandkontakt i nærheden af IP eller med underkæben forskudt laterat ofte iblandet mindre åbne-lukkebevægelser). Selv hos personer med ekstrem bruksisme overstiger belastningsniveauet af tyggemusklene ikke den belastning, der sker ved almindelig tygning.

Disse og andre nyere undersøgelser kan således ikke understøtte, at tænderskæren skulle være fremhærskende årsag til belastningslidelser i tyggemusklene og dertil relateret hovedpine og ansigtssmerter.

Imidlertid kan bruksisme medføre et væsentligt tandslid. Hos pt. med megen tænderskæren anbefales natlig brug af bidskinne i hård akryl som slidprofylakse.

Med skinnen er munden er det skinnematerialet der slides og ikke tandsubstansen.

Under søvn registreres oftest fire gange så lange perioder med aktive underkæbebevægelser hos personer med erkendt søvnbruksisme i forhold til personer uden. Søvnbruksisme forgår som regel med små bilaterale kæbebevægelser, der primært slider på incisiver og hjørnetænder, uden at sammenbidskraften behøver at overstige den normale tyggekraft. Ved voldsom natlig bruksisme er det eneste problem oftest kosmetisk med korte fortænder, hvorimod smerter og hovedpine er hyppigere ved moderat søvnbruksisme.

Blok 3 – Kæbe og tyggefunktion

Kæbeled og kæbeledsfunktion, tyggemuskler og undersøgelse af tyggemuskler. Reflekser og motoriske enheder i tyggemesuklerne. Muskeltonus, sammenbidskraft og beskyttelsesreflekser. Integreret muskelfunktion ved sammenbid, gabning, tygning, synkning og tale samt tyggeeffektivitet. Oromandibulær funktion tygning og synkning. Screening af orofacial funktion. Tændernes okklusion og tandslid (samt registrering).

Oral funktion: drikke, tygge, synke, mimik, kysse og kæle, danne lyde og trække vejret.

Tyggeapparatet er en samlet betegnelse for:

- Munden (læber, kinder, tunge, gane og svælg)
- Tænderne
- Parodontiet
- Kæbeknoglerne
- Kæbeledet
- Tyggemusklerne
- Hyoide muskler
- Spytkirtler
- Nerver og kar
- Muskler i nakke og hals (deriblandt de hyoide muskler) er funktionelt og reflektorisk knyttet til tyggeapparatet

Tyggemusklerne producerer kraft og bevægelse i tyggeapparatet. Muskler omfatter følgende:

- **m. temporalis** (primær funktion er elevation af UK – lukke, har kraftig aktivitet under tyggeprocessen, forreste del størst aktivitet ved alment sammenbid og sideudslag, hovedfunktion af bagerste del er retraktion af underkæben). UK's væsentligste holdningsmuskel
- **m. masseter (elevater)** – lukke, størst aktivitet ved alment kraftigt sammenbid og ved tygning i tyggesiden samt en del aktivitet ved frembid)
- **m. pterygoideus medialis** (som m. masseter)
- **m. pterygoideus lateralis (åbner)** og fungerer som protraktor – fremadfører med let åbning ved bilateral funktion, unilateralt føre UK til modsatte side - kontralateralt)
- **m. digastricus venter anterior (åbner)**/væsentligste depressor – størst aktivitet ved gabning og tygning)
- **Alle innerveres af n. mandibularis (3. gren af n. trigeminus).**

Tygning

Redegør for følgende forhold ved tygning:

- a) **Tygge musklernes aktivitetsniveau og indbyrdes koordination**
- b) **Betydningen af fødens konsistens og smag for muskelaktiviteten og spytskeretion.**

- b) Tygning er en asymmetrisk bevægelse der strækker sig fra m. temporalis ant. starter sin aktivitet i lukkebevægelsen til den starter sin aktivitet igen ved næste lukkebevægelse. Tygning sker med unilaterale bevægelser der skifter mellem h og v side.

Der er tale om en åbnefase og en lukkefase herunder en hurtig og en langsom lukkefase.

Hastigheden i åbnefasen og først i lukkefasen er hurtig men dæmpes når der kommer modstand fra fødebolus og tænderne. Lukkefasen har en hurtig og en langsom fase.

Underkæbens sidebevægelse mod tyggesiden er størst. I begyndelse af åbenfasen føres underkæben nedad og en smule mod balancesiden og under lukkefasen føres kæben tilbage i kranial retning og mod tyggesiden. Til sidst i lukkefasen føres underkæben medialt og kranialt til IP.

Lukke- og åbnemusklernes alterner med overlappning og lukkemusklerne er væsentlige kraftigere end åbnemusklerne. Kontraktion af m. temporalis sker først i tyggesiden. Maseteraktivitet viser større aktivitet i tyggesiden end i balancesiden. M. temporalis er meget involveret i selve bevægelsen og m. masseter og m. pterygoideus er særlig involveret i kraftproduktion sidst i lukningen og i arbejdsiden.

Lukkemusklernes relative aktiveringgrad afhænger af okklusal afstøtning og fødebolus.

M. temporalis posterior og m. pterygoideus lateralis giver sideforskydninger under tygbevægelsen og suprahyoide muskler herunder m. digastricus vent ant giver åbnebevægelsen.

b) Ved tygning nedbrydes fødeemner til mindre partikler, der blandes med saliva. Findelingen samt spyttets mængde og sammensætning har betydning for dannelse af en føde bolus af passende konsistens så den kan udløse synkereflex.

Aktivering af strækreceptorer i muskeltene samt mekanoreceptorer i parodontalligamentet øger kontraktionsniveauet i lukkemusklerne, mens aktiveringen af mekanoreceptorer og gustatoriske receptorer fører til øget spytproduktion. Generelt er gældende, jo hårdere fødeemner, jo større muskelkraft og jo syrligere og hårdere desto større spytskeretion.

Vedrørende tygning:

- a) **Beskriv den typiske muskelfunktion og -koordination ved højresidig tygning af tyggegummi hos en rask og fuldt betandet person**

Som en rimelig standardiseret måde at vise tyggeaktivitet på anvendes 2 stykker tyggegummi, som forud for målingerne tygges sammen til en homogen konsistens. Under tygning vil man typisk se at masseter har den højeste amplitude i tyggesiden og at temporalis starter lidt før i tyggesiden i forhold til den modsatte side. Sidstnævnte skyldes kæbens bevægelser i lukkefasen, mod tyggesiden og bagud også i tyggesiden. Se ovenfor generel muskelfunktion og – koordination ved tygning.

Apparatur:	Gennemsnitlig ampl. hø. m. mass.		Gennemsnitlig arbejdsbelastning per cyklus		Aktivitetstid [msek]	Gennemsnitlig tyggecyklus [msek]
	Peak Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC	Average Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC		
MVC (sammenbid i IP) (anvendes også i del 2 s.2)	167	100				
Højresidig tygning 2 stk. V6	157	94	30	18	250	729
Venstresidig tygning af 2 stk. V6	69	41	17	10	364	823
Højresidig tygning 4 stk. V6	171	102	38	23	234	627
Højresidig tygning 6 stk. V6	251	150	62	37	257	615

Apparatur:	Gennemsnitlig ampl. hø. m. mass.		Gennemsnitlig arbejdsbelastning per cyklus		Aktivitetstid [msek]	Gennemsnitlig tyggecyklus [msek]
	Peak Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC	Average Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC		
MVC (sammenbid i IP) (anvendes også i del 2 s.2)	354	100				
Højresidig tygning 2 stk. V6	306	86	61	15	232	723
Venstresidig tygning af 2 stk. V6	321	93	60	15	246	733
Højresidig tygning 4 stk. V6	398	112	81	20	283	805

b) Redegør for hvordan tyggekraften tilpasses konsistensen af fødebolus

c) Redegør for de mest markante ændringer i tyggemønstret, der forekommer,

hvis der er smerter i kæbeled eller tyggemusklér

Vedvarende smerter under tygning medfører reduktion af lukkemuskelaktivitet og øget åbnemuskelaktivitet. Det medfører en begrænsning af kæbebevægelserne og tyggekraften.

Tyggefrekvens falder og bevægelsernes udstrækning mindskes.

(Normal tyggebevægelse sker med frekvens på 1-2 Hz, en varighed på 600-800 msek og en hastighed på 50-80 mm pr sek.)

hvis der er reduceret okklusal afstøtning (mangler flere tænder i præmolar- og molarregionen).

Der er ligesom under sammenbidning en positiv sammenhæng mellem den okklusale afstøtning (tandkontakterne) i sideregionerne og aktivitetsgraden ved tygning. En reduceret okklusal afstøtning vil også reducere lukkemuskelaktiviteten.

Redegør for de faktorer som bestemmer sammenbidskraften:

a) Under naturlige forhold

Tykkelsen af lukkemusklerne (temporalis, masseter og pterygoideus lateralis)

Okklusal afstøtning

Positiv sammenhæng mellem tykkelsen af lukkemusklerne og kraftudvikling samt okklusal afstøtning og kraftudvikling.

Maksimal bidkraft hos unge raske vokse, fuldt betandede er 400-600N.

Bidkraften er resultat af aktiviteten af underkæbens lukkemuskler som er m. temporalis, m. masseter, m. pterygoideus medialis. Denne sammenbidskraft modificeres reflektorisk af strækreceptorer i musklerne og sensoriske receptorer i periodontalligamentet.

Tværsnitsarealet af musklerne er afgørende for niveauet af den maksimalt opnåelige bidkraft, og der er en næsten lineær sammenhæng mellem kraftudviklingen og musklernes elektriske aktivitet ved stigende kontraktionsniveau. Antallet af aktiverede motorenheder, fibertyperne samt fyrringen fra motorneuroner spiller også en vigtig rolle i forhold til kontraktionskraften.

Alder og køn er også vigtige faktorer. Muskelstyrken øges til omkring 25 årsalderen og reduceres efter 50 årsalderen. Denne reduktion er mest udpræget hos kvinder efter menopausen, men nedsat kraft med alderen kan også skyldes tandtab. Forskelle hos mænd og kvinder skyldes hormonelle forskelle samt statur. Sammenbidskraften hos kvinder er ca. 85% af mænds. Den maksimale bidkraft er højest i molarregionen. En god okklusal afstøtning i molar- og præmolar regionen under sammenbid og tygning er forudsætning for en høj grad af aktivering af lukkemusklerne.

b) Ved afvigelser i tyggeapparatet

Afvigelser i tyggeapparatet: tandtab, smerter, svage muskler (træningstilstand) → nedsat bidkraft.

Vedrørende tygning:

a) Redegør for hvordan tyggemusklernes aktivitetsmønster tilpasses ved tygning af fødeemner med forskellig konsistens og tekstur

Som fødeemnerne går fra at være blødt til sprødt til hårdt og sejt øges tyggetiden. Desuden stiger den gennemsnitlige amplitude af m. masseter. Den gennemsnitlige arbejdsbelastning pr cyklus samt gennemsnitlige tyggecyklus øges ligeledes. Desuden øges aktivitetstiden. Ved de hårde fødeemner vil der være silent periods i tyggesekvensen, inhibitioner. Hårde fødeemner: muskeltenene forkortes pludseligt når mandlernes overflade brydes (perifer feedback) og lukkemusklerne ophører indtil der igen er modstand (positiv feedback). Derved observeres et antal inhibitioner af muskelaktivitet som ikke ses ved tygning af noget blødt eller sejt. Ved tygning af noget sejt ses en meget længere en meget længere aktiveringstid af i dette tilfælde masseter og en markant forlængelse af tyggecyklus.

Tygning er semiautomatisk og reguleres fra hjernestamme (CPG, central pattern generator) og fra højere centre (se evt side 7 om tyggeapparatets sansning og motorisk funktion). CPG bevirker rytmiske aktivitetsudbrud i tyggemusklernes og cyklisk modulering af afferent aktivitet, således at den perifere information og aktiviteten i reflexbuerne hæmmes eller fremmes.

Tyggemusklernes amplitudeafpasses efter den perifere påvirkning svarende til fødens konsistens og tekstur i den langsomme lukkebevægelse med boluskontakt og fødebearbejdning. Dette sker ved påvirkning af orale sansereceptorer især mekanoreceptorer i parodontalligamenterne og lukkemusklernes muskeltenene.

Et fødeemne med hård konsistens vil få den afferente aktivitet til at øges i det mekanoreceptorerne påvirkes med høj modstand under sammenlukning og dette vil bevirke øget muskelkontraktion via den monosynaptiske refleksbue.

Mindskes modstanden mod sammenlukning vil aktiviteten i refleksbuen nedsættes og aktiviteten i lukkemuskulaturen vil da også aftage. Teksturen af føden vil med varierede påvirkninger af parodontalreceptorerne kunne have både hæmmende og fremmende virkning på refleksbuen og dermed lukkemusklernes aktivitet. Generelt vil hårde fødeemner bevirke et højere aktivitetsniveau, mens blødere mad vil medføre et sænket aktivitetsniveau i lukkemuskulaturen. Homogene fødevarer vil få tyggemusklerne til at udvise et regelmæssigt aktivitetsmønster, mens ikke-homogene fødevarer vil udvise et uregelmæssigt aktivitetsmønster. I takt med at bolus forarbejdes vil amplituden mindskes og tyggemønsteret vil blive mere regelmæssigt.

b) Sammenlign tyggemusklernes aktivitetsmønster under maksimalt sammenbid, hvile og tygning

b) Maksimalt sammenbid i IP vil have maksimalt mulige antal tænder med okklusal kontakt og IP er karakteriseret ved den maksimalt opnåelige lukkemuskelaktivitet, MVC = 100 %.

I hvile sænkes holdningen 1-3 ift IP; der vil være tale om en symmetrisk statisk kontraktion, overvejende foretaget af lukkemuskulaturen. Aktiveringsgraden vil være ca. 5 % af MVC. (I hvile vil der være tale om aktivitet som muskeltonus bestemt af reflekser samt fastholden af underkæben i hvile position, tonus afhænger af bevidsthed og krops- og hovedholdning; m temporalis betegnes UK's holdningsmuskel; holdningsaktiviteten kan udgøre en større procentdel af MVC hvis lukkemusklerne er svage. Da niveauet er konstant forøget kan det føre til overbelastning og muskelømhed.)

Under tygning vil kontraktionerne være dynamiske og rytmiske og der vil være et skift i aktiviteten mellem lukke og åbnemusklere. Aktiveringen vil være asymmetrisk på grund af forskellige rekrutteringsmønstre i den arbejdende side og i balancesiden. Aktiveringsgraden vil være 50-80% af MVC afhængig af fødeemnernes beskaffenhed.

Redegør for de fysiologiske forhold, der bestemmer sammenbidskraften.

*Sammenbidskraften leveres af underkæbens **lukkemuskulatur** m.temporalis, m.masseter og m. pterygoideus medialis. De væsentligste fysiologiske forhold for sammenbidskraften er:*

- *musklernes volumen, herunder specielt det fysiologiske tværsnit*
- *antallet af aktive motorenheder*
- *Fibertypen i de aktive motorenheder*
- *Fyringsfrekvensen fra de motoriske alfa-neuroner*

Endvidere vil sammenbidskraften være påvirket af mekaniske forhold betinget af okklusion og kæbemorfologi.

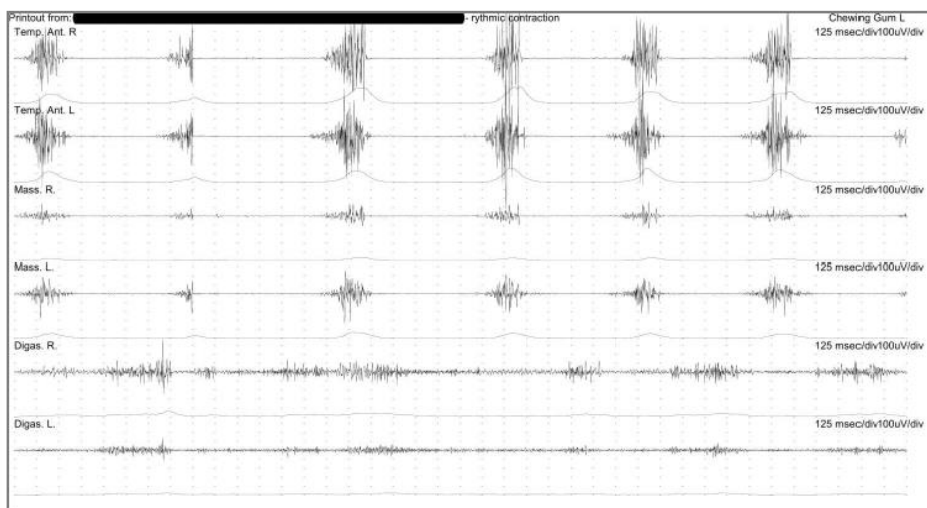
Generelt ses en variation af muskelkraft svarende til **køn og alder**. Under kroppens vækst sker en forøgelse af musklernes størrelse og styrke. Denne vækst skyldes øgning af muskelfibrenes længde samt diameter, sarcomer antallet og antallet af myofibriller i fibre.

Mænd har generelt stærkere sammenbidskraft end kvinder (kvinders sammenbidskraft er 85% af mænds)

Med alderen og ved manglende træningstilstand, vil styrken generelt falde.

Når det drejer sig om underkæbes lukkemuskulatur, har tænderne og **tandkontakt** stor indflydelse på musklernes aktiveringsgrad ved feedback mekanismer fra mekanoreceptorer i parodontalligamentet, og dermed på længere sigt musklernes træningstilstand. Tandmangel især af posteriore tænder vil mindske fyrringen fra lavtærskel langsomt adapterende mekanoreceptorer som fremmer effekten af lukkemuskulaturen. Dette vil mindske sammenbidskraften og der er en positiv sammenhæng mellem antallet af tandkontakter og lukkemuskulaturens aktivitetsniveau.

Billedet illustrerer en 6 kanals EMG registrering under venstresidig tyggegummytning. Optagelsen er 5 sek lang og inkluderer EMG for hhv højre og venstre temporalis ant., digastricus venter ant og masseter:



c) beskriv tyggeaktiviteten med hensyn til fordeling af aktivitet og tidsmæssig koordination

Lukke- og åbnemuskler alterner med overlappning og lukkemusklerne er væsentlige kraftigere end åbnemusklene. Kontraktion af m. temporalis anterior sker først i tyggesiden. Masseteraktivitet viser større aktivitet i tyggesiden (her venstre) end i balancesiden. M. temporalis er meget involveret i selve bevægelsen og m. masseter og m. pterygoideus er særlig involveret i kraftproduktionen sidst i lukningen og i arbejdsiden (her er det tyggegummi, det kræver ikke stor kraftudvikling for masseter).

Lukkemusklernes relative aktiveringsgrad afhænger af okklusal afstøtning og fødebolus.

m. temporalis posterior og m. pterygoideus lateralis giver sideforskydninger under tygebevægelsen og suprahyoide muskler herunder m. digastricus vent ant giver åbnebevægelsen.

På billedet ses på balancesiden større aktivitet i digastricus ant ift tyggesiden.

d) beskrive hvordan aktivitetsfordelingen og koordinationen ville ændre sig hvis personen tyggede i højre

Der ville være tidligere aktivitet i højre temporalis ift venstre temporalis og større aktivitet i højre masseter ift venstre.

Vedrørende højresidig tygning af tyggegummi

Beskriv:

- a) **Det typiske aktivitetsmønster i underkæbens lukke- og åbnemuskulatur**
- b) **De ændringer der sker i aktiviteten i takt med at tyggegummets hårdhed mindskes**
- c) **Ændringer i aktiviteten hvis der opstår smerter i tyggeapparatet**

a) Se ovenstående opgave

b) I takt med at fødebolus forarbejdes til en mere blød konsistens, og mindskes i størrelse, i dette tilfælde at tyggegummets hårdhed mindskes, ses en reduktion af aktivitetsniveauet i elevatorerne, idet det afferente feedback fra muskeltene og parodontalligamenter mindskes.

c) Vedvarende smerter under tygning medfører reduktion i lukkemuskelaktivitet og øget åbnemuskelaktivitet. Det medfører begrænsning af kæbebevægelser og tyggekraft.

Vedrørende tyggemuskler:

a) Redegør for mindst 2 metoder til undersøgelse af tyggemuskelømhed

Standardiseret fingertryk: Faste fingertryk (1-2 kg) med 1-2 fingre (pege/langefinger). Patientens hoved afstøttes med den anden hånd. Tryk svt m. temporalis anter (forest på tindingen) samt masseter (på kinden midt på muskelbugen). Undersøgelsesstederne markeres med en tuschprik. Reaktion noteres (ingen, let, moderat, stærk)

Trykgometer: trykkets applikationshastighed og styrke kan standardiseres og foretages mere præcis (større reproducerbarhed). Konstant forøgelse af tryk.

Som regel m. temporalis anterior (ømhed af muskelbugen over os temporale samt ved tilhæftning på processus coronoideus) og m. masseter pars superficialis (ømhed af muskelbugen over ramus).

b) Beskriv fordele og ulemper ved metoderne.

Fingertryk er simpelt, men ikke standardiseret og reproducerbar på samme måde som et algometer.

Algometeret giver nemlig også et tal for kraften. Dog vil "aflæsning" af pt's reaktion være det samme ved begge.

c) Beskriv hvordan de enkelte tyggemuskler bidrager i tyggeprocessen

Tyggemusklerne som producerer kraft og bevægelse i tyggeapparatet er m. temporalis, m. masseter, m. pterygoideus medialis et lateralis.

m. temporalis: elevator af UK (særligt anterior del) samt retraktion (særligt posterior del);

underkæbensvæsentligste holdningsmuskel og har kraftig aktivitet ved tygning.

m. masseter og m. pterygoideus medialis: slynge om UK; størst aktivitet ved almindeligt kraftigt sammenbid og ved tygning i tyggesiden samt en del aktivitet ved frembid.

m. pterygoideus lateralis: protraktion af UK; bilateral funktion er symmetrisk fremadføring af UK og let åbning; unilateral funktion fører UK til modsatte side (kontralateralt).

Lukke og åbnemusklerne alternerer med lille overlapning og lukkemusklerne er væsentlige kraftigere end åbnemusklerne. Kontraktion i m. temporalis sker først i tyggesiden. M. masseter har størst aktivitet i tyggesiden. M. temporalis er meget involveret i selve bevægelsen mens m. masseter og m. pterygoideus medialis er særlig involveret i kraftproduktion sidst i mundlukningen og aktiveres mest i arbejdsiden.

Lukkemusklernes relative aktiveringsgrad under tygning afhænger af okklusal afstøtning og fødebolus. M. pterygoideus lateralis og m. temporalis poster giver sideforskydningerne under tyggebevægelserne og de suprahyoide muskler, herunder digastricus venter anterior giver pbnebevægelsen.

Der ønskes følgende redegørelse vedrørende tændernes okklusion:

a) Definition af intercuspidationsposition - IP



IP er sammenbidspositionen med det maksimalt mulige antal tænder med okklusal kontakt. Den stilling, hvor tænderne griber maksimalt ind i hinanden ved hårdt sammenbid. IP er den primære arbejdsstilling ved tygning og synkning og det er også ved sammenbid i denne position at der kan opnås maksimal bidkraft og maksimal aktivitet i underkæbens lukkemuskler.

Strukturposition (SP): ved dette begreb forstås den optimale sammenbidsstilling, hvor tyggemusklernes kontraheres under fysiologiske forhold og hvor belastningsforholdene i kæbeledet ikke overskrider fysiologiske grænser. Vurderes klinisk som den spontane sammenbidsstilling når føringen fra tandkontakten i IP elimineres med en refleksfrigørende stabiliseringsskinne i munden. Som basis for de orale funktionsmuligheder er betandingen og den morfologiske okklusion vigtig, men aktiviteten i underkæbens elevatorer og bidkraften er mest knyttet til tandkontaktforholdene ved sammenbid, dvs. den funktionelle okklusion eller okklusale afstøtning.

b) Definition af funktionel og morfologisk okklusion

Funktionel okklusion: Ved funktionel okklusion forstås antallet, lokaliseringen og fordelingen af fysiske kontaktsteder mellem over- og underkæbens tænder i de positioner og bevægelser, som indgår i naturlig funktion. Okklusal afstøtning, dvs. tændernes kontaktforhold primært i IP.

Morfologisk okklusion: Ved dette forstås tandstilling/tandbuernes anatomiske relationer i IP. Beskrives i tre planer: sagittalt, transversalt og vertikalt i fronten og i tandbuens sidesegmenter.

Sagittale relationer: neutral molarokklusion er når overkæbens 1. molar har sin mf cuspis mellem underkæbens 1. molars mf og cf cuspis. Distal molarokklusion er når OKs distale cusp ligger mellem mf og cf. Her vil man også have maksilært overbid (over 6 mm). Mesial er når den mesiale cusp ligger omkring cf. Her vil man have mandibulært overbid (under 0 mm). Neutralt horisontalt overbid er 3,5 mm. Så i sagittalplanet måler man afstanden mellem facialfladerne på 1+/1-.

Transversale relationer: neutral okklusion er når OK molars linguale cuspis går ned i mellem faciale og linguale cuspis på UK molarer. Krydsbid er når den faciale går ned. Saksbid er når hele OK molar er facialt placeret ift UK molar.

Vertikalt: Neutralt er at OK incisalkant går 2,5 mm ned over UK incisalkant facialt for. Åbent bid er mindre end 0 mm overlap. Dybt bid er når OK incisalkant er 5 mm nede over UK incisalkant. Vertikal relation mellem tandbuens sidesegmenter er lateralt åbent bid hvis tænderne ikke okkluderer og dybt bid hvis præmolarer og molarer passerer hinanden som ved saksbid.

c) Beskrivelse af forskellige former for tandlid

Ved tandlid forstås fysisk og kemisk betinget tab af hård tandsubstans, der ikke er sket som følge af caries, tandfrakturer og misdannelser. Da alt tandlid er irreversibelt, er det vigtigt at identificere årsagen og diagnosticere tandlid hos patienten på et tidligt tidspunkt. Afhængig af årsag kan tandlid kategoriseres som attrition, abrasion og erosion. Altid fysiologisk slid på naturlige tænder. Graden afhænger af tandtab, alder, køn, brugsisme, salivas bufferkapacitet.

Attrition: Gradvist tab af hård tandsubstans, primært som følge af tyggeaktivitet, dvs. mekanisk proces der involverer tand-til-tand kontakt. (Årsag: søvnbrugsisme, parkinsons etc)

Abrasion: Tab af hård tandsubstans som følge af friktion, uafhængigt af kontakt mellem tænderne, dvs. mekanisk proces der involverer fremmedlegemer (tandbørste, hårnåle, pibe, tandstikker)

Erosion: Tab af hård tandsubstans som følge af en kemisk, ikke-bakteriel proces, dvs. kemisk ætsning eller opløsning. Tænderne har mistet oprindelige overfladestrukturer (perikymatier), og at overfladen er mat eller oftere helt blank og spejlende. Ved fremskredne stadier ses flade eller konkave tandoverflader, eventuelt med tab af hele emaljelaget og eksponering af dentinen i varierende udstrækning. Endogen eller exogen påvirkning.

Ekstra: Abfraktion er prækkedannelse og afsprængninger; Perimyolosis er tab af hård tandsubstans som følge af kombineret erosiv og mekanisk påvirkning, specielt palatinale tandoverflader i overkæben

d) Det neurofysiologiske grundlag for okklusionens betydning for tyggekraften.

Der er en positiv sammenhæng mellem den okklusale afstøtning (tandkontakt i sideregionerne) og aktiveringsgraden af lukkemuskulaturen ved sammenbid og tygning. Moderat påvirkning fordelt på mange tænder virker excitatorisk på lukkemusklerne, mens ved en generel kraftig påvirkning eller kraftig påvirkning af enkelttænder virker hæmmende på muskelaktiviteten. Denne mekanisme skyldes mekanoreceptorerne i parodontalligamentet, hvis sensoriske neuroner gennem synapser kan påvirker motoriske neuroner (n. trigeminus) og påvirke muskelaktivitet. Mekanoreceptorer i parodontalligamenterne synes både at have hæmmende og fremmede påvirkning på aktiviteten i underkæbens lukkemuskler (afhænger af de sensoriske neuroner, nogle har deres cellelegeme i den mesencephale trigemusklerne og nogle i ganglion trigeminale) (se side 4 i tyggeapparatets sansning og motoriske funktion).

Redegør for følgende forhold vedrørende gabeevne:

a) Tegn et sagittalt snit af kæbeleddets strukturer ved sammenbidning og ved maksimal gabning, herunder ledhoved (caput eller condylus mandibulae), discus articularis samt de kraniele leddele (fossa mandibularis og tuberculum articulare) hos en rask person

Ved sammenbidning er kondylens placering i fossa lidt mere anterioinferiort. Ved maksimal gabning er kondylen placeret lige foran den mest inferiore del af tuberculum. Rotation om transversal akse i nedre ledkammer. Translationsbevægelser i øvre ledkammer (kondyl og discus bevarer samme indbyrdes stillingsforhold og forskydes sammen). Ved maksimal fremadføring og gabning translateres kondylen anteriort ift discus.

b) Beskriv kliniske målemetode(r) af gabeevnen og normalvariation.

Vedrørende maksimal gabeevne: Beskriv målemetoden og redegør for den normale gabeevne

Maksimal gabeevne er et udtryk for underkæbens bevægelighed. Den maksimale bevægelse måles med lineal i hele mm som den største værdi af tre forsøg hvor pt opmuntres til at bevæge kæben mest muligt. Ved gabning måles den interincisale afstand ved de centrale incisiver (gerne 1+/1-) og tillægges det vertikale overbid, hvis der er overlapning og fratrækkes, hvis der er åbent bid. Ofte undersøger man akti (pt selv) og passiv (assistance) gabeevne. Gabeevnen afhænger af kæbernes størrelse (og dermed også legemsstørrelse, alder, køn) og kæbeleddets og tyggemusklernes funktion.

M (SD) for mænd 20 år er 58,6 mm (6,6) og for kvinder 20 år 53,3 (5,7). Gabeevnen er nedsat hvis den er under 40 og forøget hvis den er over 60 mm for kvinder og 65 for mænd.

3 midterste fingre på langs i mellem over og underkæbe ved gabning.

Den normale individuelle variation (normalvariation) over tid af målinger af maksimale underkæbebevægelser, bestemt som den største intraindividuelle forskel hos raske kontrolpersoner ved gentagne målinger er ca 5 mm ved vertikale bevægelser (gabning) og ca 3 mm ved horisontale (protrusion og laterotrusion) bevægelser. En sikker ændring i kæbebevægeligheden fx som følge af behandling er derfor først til stede rent statistisk, når ændringen overskrider denne normalvariation.

Beskriv forløb og muskelaktivitet under synkning.

Redegør for de forskellige faser i synkeprocessen, herunder kontrol af synkning

Synkningen er opdelt i tre faser: oral, pharyngeal og oesophageal.

Ved synkningen skal der dannes et tryk, der må ikke ske reflux og luftvejene skal beskyttes.

Muskelaktivitet: symmetrisk og samtidig funktion af lukke- og åbnemuskler. Synkningen er en aktiv proces, men muskelaktivitetsniveauet varierer fra den situation hvor væsken ved indtagelse i stående eller siddende stilling næsten kan løbe ned i spiserøret alene ved tyngdekraften, til når der er tale om synkning af en egentlig fødebolus. Først i synkningen aktiveres læbernes og kindernes (buccinator) og tungens muskler, samt under kæbens lukke- og åbnemuskler (synkront), herefter hyoid-, larynx- og pharynxmuskulaturen. Slutteligt aktiveres oesophagasmuskulaturen. Synkningen kontrolleres i den orale fase fra den motoriske cortex hvorefter kontrollen bliver automatisk via receptorer i gane og svælg og mønstergenerator i formatio reticularis.

Oral fase:

- *Igang sættes bevidst fra motorisk cortex*
- *Aflukning fortil (læber og evt tunge)*
- *Spyt, væske og føde samles på tungen og føres tilbage med en bølgende bevægelse*
- *Underkæben hæves*
- *Mundhulen aflukkes bagtil (tunge og blød gane)*

Pharyngeal fase (automatisk og udløses fra receptorer i gane og svælg, centre i formatio reticularis):

- *Aflukning mod næsehulen (blød gane og svælgets bagvæg)*
- *Tungeryggen sænkes*
- *Os hyoideum og larynx føre fremad og opad*
- *Tracheaindgangen dækkes (epiglottis og stemmelæbber) → Respirationsstop*
- *Kontraktion af svælgets konstriktorer presser spyt, væsker og føde ned i oesophagus*

Oesophageal fase

- *Peristaltiske bevægelser*

Tid: Fra begyndelsen af den orale fase til begyndelsen af den oesophageale fase går 1-1,5 sekund og passagen i oesophagus tager op til 10 sekunder afhængig af om det er væske eller fødebolus. Portionens størrelse kan variere fra 2-20 ml afhængig af konsistens, personens alder, køn og statur.

Blok 4 - Spytsekretion, lugtesans og halitose, smagssansning

Smag samlet

Spørgsmål: Smagsreceptorernes struktur og funktion samt de relevante ledningsbaner. Redegør for de sensoriske mekanismer som ligger til grund for smagsperception. Redegør for smagsreceptorernes lokalisering og deres aktivering og beskriv overordnet ledningsbanerne for smagsopfattelse.

Smagsreceptorernes lokalisering: Smagsstimuli registreres via særlige smagsreceptorer kaldet smagssløg. Disse er hovedsageligt lokaliserede på dorsum linguae i de fungiforme (forrest og lateralt på tungen), vallate (8-12 skt. anteriort for sulcus terminalis) og foliate (slimhindefolder på sideranden af tungen umiddelbart foran sulcus terminalis) tungeapiller, men findes også i den bløde og hårde gane samt på epiglottis i larynx, pharynx og esophagus (ekstralinguale).

Et typisk smagssløg består af basalceller, type I-III celler og nerveceller.

Cellerne i smagssløgene fungerer som smagsreceptorer. For at kunne aktivere smagsreceptoren må substansen være opløst i væske eller saliva. Smagsstimuli kan påvirke receptorcellens

membranpermeabilitet enten direkte via ionotrope receptorer (surt og salt) eller indirekte via metabotrope receptorer som fungerer via second messenger systemer (bittert og sødt). Når membranpermeabiliteten påvirkes via disse receptorer udløses aktionspotentialer i de gustatoriske nervefibre. Smagscellerne kan reagere på mere end en type smagspåvirkning og det er derved det relative mønster af afferent information som bestemmer smagsperceptionen.

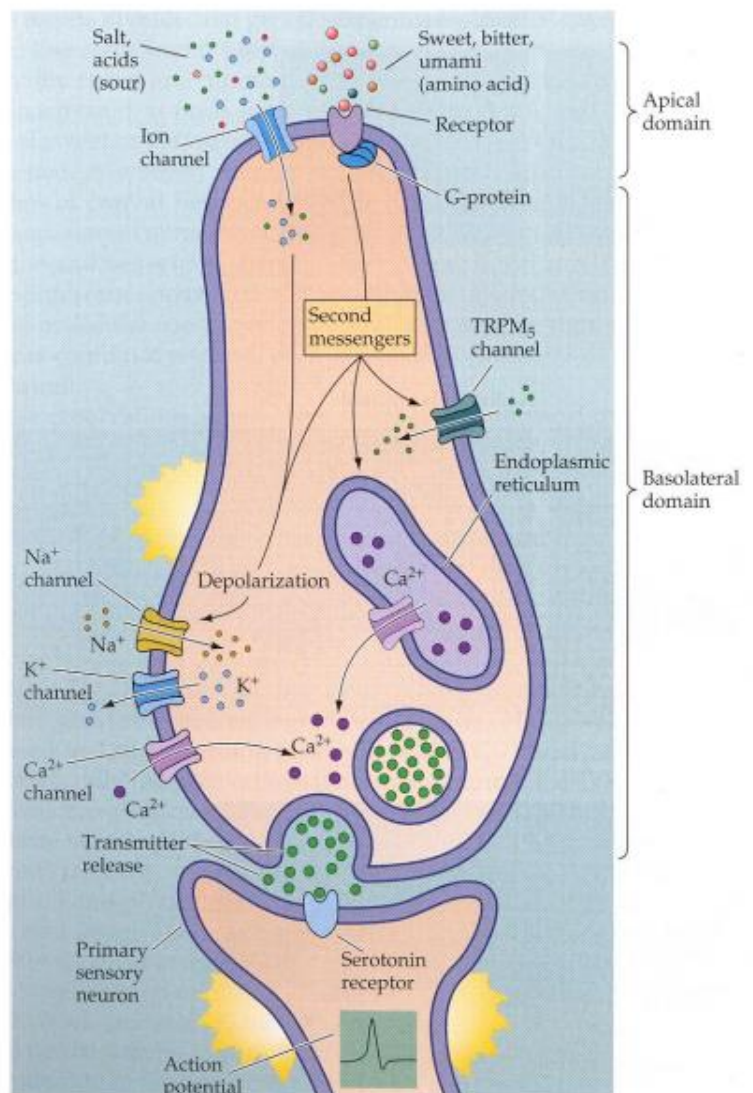
Signaltransmission i smagsceller. De forskellige smagsmodaliteter benytter forskellige receptormekanismer og signaltransmissionen udløses af forskellige ioner

Salt (ionotrop): udløses af Na^+ , kationselektiv ionkanal (bl.a. epithelial sodium channel, ENaC)

Surt (ionotrop): udløses af H^+ , kationselektiv ionkanal (bl.a. ENaC) eller æmning af K^+ kanal

Sødt og umami (metabotrop): G-

proteinkoblede receptorer. Seventransmembrane receptor subunit TR3 som er koblet med T1R2 ved



sød smag og T1R2 ved umami. Aktivering af phospholipase C, IP3 aktivering og frigivelse af calcium fra ER som resulterer i depolarisering.

Bittert: hæmning af K⁺ kanal (fx kinin) eller aktivering af receptor koblet til G-proteiner: cGMP vej samt aktivering af phospholipase C og efterfølgende kaskade til frigivelse af calcium.

~~Smagsreceptoraktivering: For at stimulere smagsreceptorerne må det kemiske stof som påvirker receptoren være opløst i saliva/væske for at nå receptoren. Smagsstimuli kan påvirke receptorcellens membran permeabilitet via enten ionotropereceptorer, som direkte ved salt og surt stimuli øger permeabiliteten i ionkanaler hvilket fører til aktionspotentialer og impulsledning. Indirekte sker øgningen i permeabilitet via metabtrope receptorer koblete til secondmessengers som aktiveres af bittert og sødt. Denne aktivering fører også til udløsning af aktionspotentialer i gustatoriske nerveender. Smagscellerne kan reagere på mere end en type af smagsmodalitet, og det derved relative mønster af afferent information bestemmer smagsperceptionen.~~

Smagsbane:

Primære de perifære epitheliale smagsreceptorceller synapser i smagsløget med primær afferente neuroner som har deres cellelegemer i kraniale ganglier (facial, glossopharyngeal, vagus). De ender i nucleus tractus solitarius i pons og MO på samme side. De sekundære afferente neuroner krydser midtlinjen og ender i nucleus ventromedialis/ventrobasalis i thalamus. 3 neuron ender cortikale projektiionsområder for smag i parietallappen.

Relevante nerveledningsbaner: N. Facialis fører smagsimpulser fra forreste 2/3 af tungen fungiforme (cordae tympani) samt fra de palatinale smagsløg.

N. Glossopharyngeus fører smag fra den bagerste 1/3 af tungen, vallate og foliate papiller, pharynx
N. vagus fører smag fra epiglottis, larynx, pharynx.

Indirekte påvirker N. trigeminus smagsindtrykket (somatosensorisk), da denne nerve sanser konsistens, temperatur, tekstur og smerte (chili). Endvidere influerer termiske, visuelle, olfaktoriske og mekaniske påvirkninger smagsindtrykket.

Spørgsmål: Angiv 5 faktorer som påvirker smagsopfattelsen. Redegør for faktorer som kan påvirke smagsopfattelsen. Smagsmodaliteterne og faktorer som kan påvirke smagsopfattelsen.

Svar: Smagsmodaliteter: salt, surt, sødt, umami, bittert, andre (metal, vand og fedt)

Tærskel for salt: 10 mM

Nedsat ved saltmangel, øget ved dehydrering.

Tærskel for surt: 0,9 mM, citronsyre 2 mM

Tærskel for sødt (sucrose) 20 mM

Tærskel for bittert (kinin): 8 μM (den laveste af alle, potentielt toksiske stoffer)

Faktorer som kan påvirke smagsopfattelsen:

Ved vedvarende stimuli kan adaptation finde sted.

Temperatur: kolde søde varer vil smage mindre sødt end varme søde ting med samme sukker konc.

Hyposalivation: mindre mængde opløsningsmiddel

Blokerede luftveje: dårlig forbindelse til olfaktorisk epitel

Traume på N. lingualis vil medføre nedsat smag fra den afficerede side.

Ryning, tandpasta (natriumlaurylsulfat forstyrrer tærskel for især sødt) og mundskyllevæske,

chlrorhexidin kan virke hæmmende

Protese som blokerer de palatinale smagsløg

Medicin: centralt, perifært eller medføre hyposalivation.

Flavour: mundfølelsen sanses af trykreceptorer i mundhulen. Omfatter:

Tekstur, konsistens, anstringens, varme og kulde

Teksturen fx seje eller møre fødeemner.

Konsistensen fx cremet, grynet, tyndtflydende

Anstringens fx ved tørre rødvinde hvor tanninerne reagerer med slimlaget i mundhulen

Varme og kulde: temperaturforskellge som er relativt højere eller lavere end mundhulens temperatur

Menthol og capsaicin (kulde og varme følelse)

Lugten (påvirke i negativ og positiv retning)

Udseende (farve og form) (tænk en flot kage og en sammenklasket)

Lyden, fx knaselyde ved tygning (fx bløde kiks)

N trigeminus

- *Temperatur: indflydelse på smagsfølsomhed, kulde forstørker sur smag, kulde svækker sød smag)*
- *Berøringsindtryk (taktile indtryk) har indflydelse på smagsfølsomhed*
- *Smerte og aktivering af proprioceptorer har indflydelse på smagsfølsomhed.*

Krydsadaptation: NaCl nedsætter salte smagskomponent for andre uorganiske stoffer

Sødt og surt forstærker hinanden

Nogle bitre stoffer forstærker sødt (mørk chokolade, eller kaffe og kage), andre forstærker salt.

Smagstærskel kan ændre sig ved fx ioner i spytter eller ved adaptation, fx hvis man spiser meget salt til dagligt.

Smagssans har genetiske komponenter, fx smagstoffer phenylthiocarbamid (PTC).

Den kvalitative skelneevne for smagsstimuli er baseret på central analyse af impulser, der indløber over flere axoner Den kvantitative skelneevne for smagsstimuli er baseret på variation i impulsfrekvens

Vedrørende lugtesans:

Anosmia: ingen lugtesans


Microsmia: ingen lugtesans

Lugtemodaliteter ift smagsmodaliteter er mange flere (over 300).

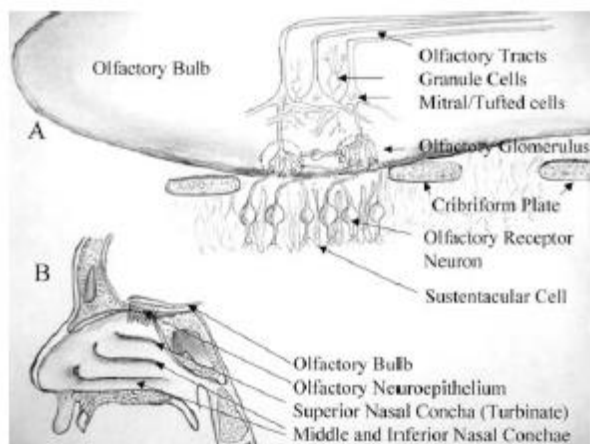
a) Redegør for den neurofysiologiske baggrund

Lugt detekteres af det olfaktoriske neuroepithel som sidder øverst i næsehulen. Dette epithel indeholder støtteceller/sustentaculumceller, mucusecernerende celler (Bowmansk kirtler) og olfaktoriske receptor neuroner. N. olfactorius er betegnelsen på de ca. 20 bundeter af neuroner (fila olfactoria) der løber fra bulbus olfactorius ned igennem lamina cribrosa. Receptorerne er forskellige G-proteinkoblede receptorer. Det involverer aktivering af adenylat cyklasen og dannelse af cAMP og aktivering af ionkanaler der resulterer i depolarisering. Olfaktoriske celler synapser med neuroner (i klynger, glomeruli) i bulbus olfactorius og sendes videre, hvor nerveimpulser registreres i dele af det limbiske system og olfaktorisk cortex og information sendes også til hypothalamus og thalamus.

Lugtesansen er meget vigtig for smagssansen, og derfor medfører en nedsættelse af lugtesansen også en nedsættelse af smagssansen.

 Flavour: Sensorisk fornemmelse af føde eller andre substanser og bestemmes primært af kemisk sensation af smag og lugt. Tekstur, konsistens, temperatur er også vigtige i den samlede opfattelse af flavour.

Tekstur og temperatur af føde påvirker smag og lugt. Fx flavour af is: fed konsistens bidrager både til tekstur og smag, sød smag, flygtige flavour kemikalier (lugt), temperatur. Øl: bitter smag, carbonation (aktivering af mekaniske og nociceptive fibre i trigeminus), fluid nature (tekstur og temperatur).



Turnover rate for olfaktoriske neuroner er 30-90 dage. Ca 1000 gener kodende for 1000 receptorer

b) Nævn forhold og tilstande, der kan påvirke lugtesansen

Lugtesansen er helt afhængig af at det olfaktoriske neuroepithel har god og fri kontakt med de duftstoffer som kommer ind gennem næsen. Derfor er den hyppigste årsag til nedsat lugtesans forkølelse og allergiske reaktioner i de øvre luftveje. Alder medfører også en generel nedsættelse af lugtesansen, da glomeruli i bulbus olfactorius degenererer med alderen. Andre årsager er:

- Medicinindtagelse
- Traumer, kirurgi, tumorer og tilstande svarende til øvre del af næsehulen og tilgrænsende strukturer.
- Strålebehandling svarende til området.
- Kemoterapi
- Rygning
- Køn (kvinder genkender bedre)
- Halitose/dårlig hygiejne/parodontalsygdom
- Sygdom: nonrespiratoriske bakterielle eller virale infektioner, HIV, candidiasis, Alzheimer (pga det neuronale)
- Alder (ofte i forbindelse med medikation)

Modvirke halitose: børste, tungeskraber, tyggegummi som igangsætter oral clearance, tabletter, mundskyl

Halitose: 90 % kommer fra munden og 10 % fra ventrikel, svælg og næse. Svovlforbindelser

Øvelse: kvalitativ test (hvilken lugt?) og kvantitativ test (koncentration), åben mund (enkel) og glasrør (koncentrerer lugten), evt halimeter (instrument der måler svovl part pr bilion)

Cystein nedbrydes af bakterier og giver svovlbrinte → dårlig ånde.

Spytkirtler og saliva

De humane spytkirtler – eksokrine kirtler

Kirtler	Kimblad	Serøs/mukøs	Innervation	Væske
Gl. parotis	Ektoderm	Serøs	IX	Vandig, amylaserig
Gl. submandibulares	Endoderm	Blandet, overvejende serøs	VII	Viskøs, mucinrig
Gl. sublingualis	Endoderm	Blandet, overvejende mukøs	VII	Viskøs, mucinrig
Gll. Palatinae	Ektoderm	Mukøse (holde en protese fast)	VII	mucinrig
Gll. Buccales	Ektoderm	Blandet, overvejende mukøs	VII	Mucinrig
Gll. Labiales	Ektoderm	Blandet, overvejende mukøs	VII	Mucinrig
Gll. Retromolares	Ektoderm	Blandet, overvejende mukøs	IX/VII	Mucinrig
Gll. Linguales (von Ebnerske kirtler)	Endoderm	Serøs (lipase i vandigt sekret, betydning for smag)	IX	Vandig, lipase rig væske

Funktion: produktion af saliva! 0,5-1,5 liter om dagen.

Generelt: Hypotont ift plasma, 99% vand og 1 % tørstof

Spyttets funktion - Beskriv nogle af de egenskaber ved spyttet som er vigtige for at opretholde sunde forhold i mundhulen.

- **Mekanisk rensende effekt af mundhulen**
- **Opløsning af føde- og smagssubstanser**
- **Lubrikation af oral mukosa**
- **Bolusdannelse**
- **Fremme smag, tygning, synkning og tale**
- **Beskyttelse af tænder (bufferkapacitet, overmætning mht hydroxylappatit og modvirkning af demineralisering, dannelse af pellicel) (se oral biokeminoter)**
- **Beskyttelse af orooesophageal mucosa (mucosal coating, antimikrobiel forsvar, neutralisering af syrer)**
- **Fordøjelse (initial nedbrydning af stivelse af TAG)**
- **Oral clearance: flow hastighedsafhængigt, synkehastighedsafhængigt, vand er vigtigt, fortynding og eliminering af et stof over tid**

- Antimikrobioel effekt (forskellige proteiner, sIgA; lactoferrin, lysozym, peroxidase, histatin etc)

Funktioner og komponenter

Funktion	Komponent i spyt
Beskyttelse af tænder samt slimhinde i mundhule, pharynx og oesophagus	
Mekanisk rensning af tænder og slimhinde	Vand
Smørende effekt på tænder og slimhinde	Vand, muciner
Holde slimhinden intakt og fugtig	Vand, muciner, salte, epidermal growth factor, fibroblast growth factor, nerve growth factor
Forebygge demineralisering af tandsubstans	Prolin-rige proteiner, statheriner, cystatiner, histatiner, calcium, fosfat
Bufferkapacitet	Bikarbonat, fosfat, protein
Antimikrobielle faktorer	
Antibakterielle funktioner	Amylase, cystatiner, histatiner, muciner, peroxidase, lysozym, laktoferrin, calprotectin, immunoglobuliner og chromogranin A
Antimykotiske funktioner	Histatiner, immunoglobuliner, chromogranin A og laktoferrin
Antivirale funktioner	Cystatiner, muciner, immunoglobuliner og laktoferrin
Fordøjelse	
Dannelse af fødebolus	Vand, muciner
Facilitere tygning og synkning	Vand, muciner
Initial fordøjelse	α -amylase, lipase, ribonukleaser, proteaser, vand og muciner
Opløsning af smagsstoffer	Gustin (kulsyre anhydrase), zink (Zn^{2+}), vand
Facilitere tale	Vand, muciner

Tabel 2. Spytets funktioner og ansvarlige komponenter.

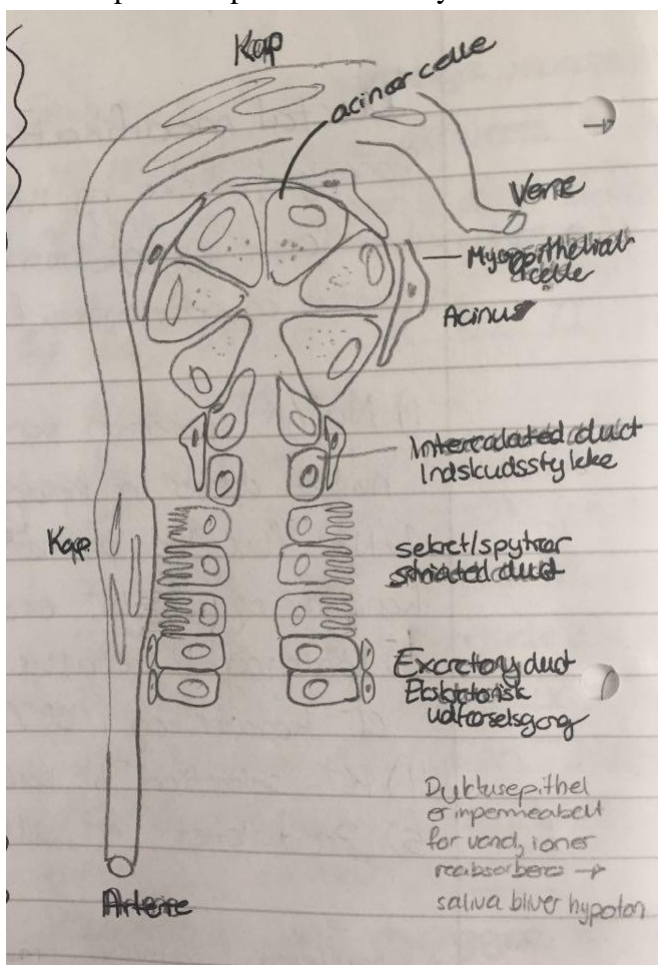
Table 2. Functions of saliva related to salivary components.

Mad	<u>Fordøjelse:</u> Amylase, Protease, Lipase, DNase, RNase
	<u>Smag:</u> Gustin, (carbon anhydrase), Zn ²⁺ , Vand
	<u>Bolusdannelse:</u> Mucin, Vand
Tænder	<u>Buffer:</u> Bicarbonat, Phosphat, Protein
	<u>Beskyttelse mod demineralisering:</u> Mucin, Calcium, Phosphat
	<u>Remineralisering:</u> PRPs, Statherin, Calcium, Phosphat
	<u>Lubrikation:</u> Mucin, PRG
Mikroorganismer	<u>Anti-bakteriel:</u> Lysozym, Lactoferrin, Calprotectin, Lactoperoxidase, Immunoglobuliner, Chromogranin A, Cystatins, Histatins, VEGh, SLPI
	<u>Antiviral:</u> Cystatins, Mucins, Immunoglobulins, SLPI
	<u>Antifungal:</u> ChromograninA, Immunoglobulins, Histatins

Vedrørende spytkirtlerne:

Beskriv den histologiske opbygning af et spytkirtelendestykke i gl. parotidea og gll. labialis.

Beskriv den histologiske opbygning af spytkirtlernes udførselsgangssystem og angiv kort funktionen af de respektive epitheler i dette system.



<u>Parenkym</u>	Endestykke (produktion og sekretion af sekret)
------------------------	--

	og udførselsgangsystem (Epithelcellerne i udførselsgangsystemet har dels en beklædende funktion, dels en funktion i forbindelse med modificering af primærsekretet)
Acinus Kan være serøs, mukøs, blandet; dannelse af primær spyt	<p><u>Serøs:</u> Endestykket er sfærisk, består af serøse sekretoriske acinusceller omkring et lille central lumen, der munder ud i udførselsgangsystemet; Cellerne er pyramidale med basalt stillet kerne og granula mod lumen (med proteiner, fx prolinrige proteiner, glycoproteiner, enzymer). Større mængder rER basalt og golgi apikal for kernen. Normalt indhold af organeller. Mørkt cytoplasma i HE. Cellerne danner tyndtflydende vandigt sekret.</p> <p><u>Mukøs:</u> endestykker er tubulære, Omkring et større lumen findes acinusceller som er større, med basale afladede kerner (tænk kompression pga mucusindhold). Cytoplasma fremstår lyst vakuoliseret pga sekretionsgranula med mukopolysaccharider og glykoproteiner (mucin). Stort golgi. Danner tyktflydende viskøst sekret.</p> <p><u>Blandet:</u> Von ebnerske halvmåner omgiver de mukøse endestykker.</p> <p><u>Myoepitheliale celler:</u> Uden på de sekretoriske celler serøse så vel som mukøse findes dendritiske/stjerneformede myoepithelialceller, der mod det omgivende stroma afgrænses af en basalmembran.</p>
Indskudsstykke/intercalated duct	Enlaget kubiske epithel. Stamceller. Formentlig sekretion af lysozym og laktoferrin. Myoepitheliale celler omkring.
Spytrør/sekretrør/striated duct	Enlaget cylindrisk epithel med central kerne, acidofilt cytoplasma, radiær stribning pga mitokondrier og basolaterale infoldninger, modificering af primær spyt (reabs og sekr). Basolateral membran med mange indfoldninger og mitokondrier.
Eksretorisk udførselsgang/excretory duct	Flerlaget cylinderepithel, transport af saliva ud i munden. Færre foldninger af basolateral

	membran og færre mitokondrier.
Stroma	Bindevæv, kapsel der skyder septa ind og indeller i lobus og lobuli.
Intralobulært bindevæv	Acini, indskudsstykke, sekretrør og desuden kapillærer, små perifære nerver
Interlobulært bindevæv	Store kar, ganglier, ekskretorisk udførselsgang, bindevæv

Myoepitheliale celler: strukturel funktion (holder vævet) samt presser spytet ud.

Dannelse af spytet i acinus og dets modificering i ductus, herunder de væsentligste transportmekanismer for sekretets uorganiske og organiske komponenter.

Spytsekretionen er under autonom kontrol, hvor sympatikus og parasympatikus arbejder i synergi. De parasympatiske postganglionære nervefibre frigiver acetylcholin mens sympatiske postganglionære nervefibre frigiver noradrenalin. Acetylcholin binder til muscarinergne receptorer i acinuscellernes plasmamembran mens noradrenalin binder til alfa-adrenerge og beta-adrenerge receptorer. Spytet vigtigste uorganiske komponenter er elektrolytter, mens de vigtigste organiske komponenter er spytproteiner.

Ach binder til de muscarinergne og NA binder til de alfaadrenerge receptorer som begge er G-proteinkoblede receptorer. Dette aktiverer phospholipase C, som omdanner PIP₂ til IP₃ og DAG. DAG aktiverer PKC, som medfører frigivelse af proteiner ved exocytose, og IP₃ binder til receptorkanaler i ER som inducerer stigning i den intracellulære calciumkoncentration.

Ved binding af NA til betaadrenerge receptorer aktiveres adenylatcyklasen som danner cAMP (fra ATP) som aktiverer PKA, som fremmer gentranskription og frigivelse af proteiner ved exocytose. Den høje intracellulære calcium medfører åbning af basolaterale kalium kanaler og lumenale chloridkanaler.

Kalium udskilles til interstitium og chlorid udskilles til lumen, hvilket resulterer i et negativt intracellulært potential. Interstitiel natrium drives til lumen via paracellulær transport gennem kationselektive tight junctions. Via osmose drives vand til lumen både ved paracellulær og transcellulær transport. Herved er det isotone primær sekret dannet og acinuscellen er skrumpet.

Modificering af det isotone primærsekret sker i udførselsgangsystemet. Parasympatiske og sympatiske neuroner regulerer aktivitet i udførselsgangsystemet. Ductusepithelcellerne har både absorptive og sekretoriske funktioner.

Na⁺/K⁺ pumpen pumper natrium ud fra ductuscellen til inderstitium, hvilket danner en indadrettet natriumgradient fra lumen. Natrium flux fra primærsaliva til ductusceller via natriumkanaler og Na⁺/H⁺ exchange mekanismer. Balanceret parallelt optag af chlorid i cellen via Cl⁻ kanaler og Cl⁻/HCO₃⁻ exchange mekanismer.

Kaliumsekretion til saliva opretholder elektronneutralitet.

Dvs reabsorption af chlorid og natrium og sekretion af bicarbonat og kalium. Produktet er altid hypotont ift plasma. I passagen gennem røret tilføres spyttet også yderligere proteiner.

Stimuleret saliva er

- Mindre hypotont
- Højere HCO_3^- - koncentration (buffer) (bivarbonat kommer fra CO_2 fra spytkirtelcellernes metabolisme)

Den endelige elektrolytsammensætning spyttet afhænger af sekretions hastigheden.

Genetablering af præstimulatoriske forhold – mekanisme der muliggør kontinuerlig sekretion.

Cellen er skrumpet og den er sur.

Chloridkoncentrationen genetaberes ved uphill influx mod elektrokemisk gradient via $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -exchanger (chlorid ind og bicarbonat ud, afhænger af cellens metabolisme) og efterfølgende via $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$ -co transportere (optag af alle ioner i cellen).

Ved aktivering af Na^+/H^+ exchanger (H^+ ud af cellen, regulation af pH, og natrium ind i cellen) øges den intracellulære natriumkoncentration ved influx ned ad gradienten. Dette vil aktivere Na^+/K^+ pumpen (natrium ud og kalium ind ved brug af ATP) hvorved de præstimulatoriske iongradienter genetaberes. Osmose driver vand ind og cellen svulmer tilbage.

Beskriv de væsentligste intracellulære signalveje og deres aktivering.

Som ovenstående:

Ach → Muskarinerge G proteinkoblede receptorer → PLC → PIP₂ til IP₃ og DAG → IP₃ til ER og calcium og DAG til PKC og protein

NA → Alfaadrenerge G proteinkoblede receptorer → PLC → PIP₂ til IP₃ og DAG → IP₃ til ER og calcium og DAG til PKC og protein


Beta-adrenerge G proteinkoblede receptorer → Adenylat cyklase → ATP til cAMP → PKA → protein

Redegør for følgende forhold vedrørende spytskeretion:

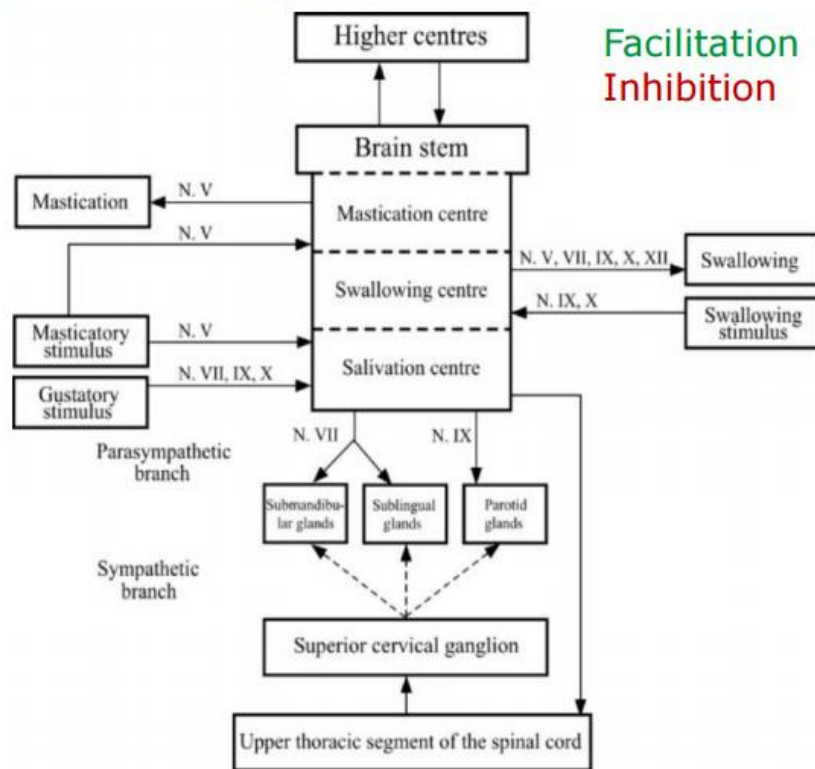
- a) stimuli som kan igangsætte spytskeretionen og normalværdier
- b) Den nervøse kontrol af spytskeretion

a) **Stimuli til igangsættelse af spytskeretion:** Smag og tygning kan igangsætte spytskeretionen. *Den mastikatoriske initiering* sker via mekanoreceptorer i mundhulen; primært involveret er sensoriske input fra mekanoreceptorer i PA ligamentet og proprioceptorer i tyggemuskulaturen. Nociceptiv stimuli kan også initiere spytskeretion. *Den gustatoriske initiering* involverer smagsreceptorer i smagsløgene. For at smagsstofferne kan aktivere smagsreceptorerne må de være i opløsning enten i spyttet eller i væske. Stimuli varierer i intensitet; generelt er gustatorisk stimuli langt kraftigere end mastikatorisk stimuli og syrlig stimuli smag stimulerer kraftigere end sødt. (Smag via VII, IX, X og til respektive kerne, herefter salivation via nuc. salivatorius inf og sup).

Normalværdier: Stimuleret: 1-1,5 ml/min, ustimuleret: 0,3-0,5 ml/min

b) **Spytskeretionen er underlagt kontrol af det autonome nervesystem.** Receptorer sender afferente sensoriske impulser centralt. Den kobles i hjernestammen til en efferent del som fra nucl. Salivatorius sup. med N faciales og nucl salivatorius inf med N glossopharyngeus til de parasympatiske ganglier og herfra stimuleres spytkirtlerne. Spytkirtlerne stimuleres også sympatisk. De sympatiske tråde løber perifert med blodkarrene til spytkirtlerne. Refleksvejen er unilateral, da stimulering i den ene side af munden udløser ipsilateral sekretion. Den afferente del af reflexbuen udgøres af sensoriske tråde fra mekano- og proprioceptorer i mundhule og PA-ligament, der følges med N. trigeminus, samt sensoriske tråde fra kemoreceptorer i smagsløgene på tungens papiller, tonsiller, epiglottis, pharynx, larynx og oesophagus. Impulserne fra smagsløgene løber i n. vagus, n. facialis og n. glossopharyngeus til hjernestammen.  Den efferente del af reflexbuen udgøres både af parasympatiske og sympatiske stimuli. De parasympatiske tråde til gl. submandibularis et sublingualis kommer fra nucl salivatorius sup. og løber med n. facialis til kirtelvævet. Den parasympatiske innervation af gl parotidea kommer fra nucl. Salivatorius inf og løber med n glossopharyngeus til ganglion oticum og herfra med n. auriculotemporalis til kirtelvævet. De sympatiske tråde udsendes fra truncus sympaticus og følger blodkarrene frem til kirtelvævet. De parasympatiske nerveender frigiver Ach, der stimulerer de muskarinerge receptorer, mens de sympatiske frigiver NA som stimulerer alfa- og beta-adrenerge receptorer. Spytskeretionen er også underlagt højere kontrol fra cortex, og det limbiske system som kan enten fremme eller hæmme sekretionen

Nervøs regulation af spytsekretionen:



Spytsekretion kan måles ved

- Sugemetode
- Afløbsmetode

Det kan være ustimuleret eller stimuleret (herunder paraffin-stimuleret eller bolchestimuleret)

Ustimuleret < paraffin < bolche.

Man kan tale om hyposalivation (objektiv) og xerostomi (følelsen af mundtørhed, objektiv).

Komplikationer ved hyposalivation: caries, erosioner, glat og fissureret tunge, tørt tandkød, spejl klistrer til kindslimhinden.

Normalområde for stimuleret (paraffin hos pt) er 1,0-2,0 ml/min (normalt laver man afløbsmetode hos pt)

Hyposalivation for stimuleret er under 0,7 ml/min

Normalområde for ustimuleret er 0,3-0,5-ml/min. Hyposalivation for ustimuleret er under 0,1 ml/min) (årsag: medicin, sygdom, stress, dehydrering, spytsten (gør ondt når man spiser))

Behandling hvis både ustimuleret og stimuleret er lav: tyggegymi, øget vandindtag, duraphat til pt med mundtørhed.

Ved sjøgren er begge lave, ved medicin er det somregel den ustimulerede.

Minde spytsekretion med alderen. Polypharmaci kan give mundtørhed. Diabetes kan også (spørg: velreguleret diabetes).

Ekstra

N. trigemini, ganglion trigeminale, nuc. mesencephalicus, pontinus, spinalis trigemini, thalamus, gyrus postcentralis.

Bagstrengsbanerne og det anterolaterale system.

Ascenderende og descenderende modulerende impulser (baner fra cortex cerebri, hjernestammen herunder formatio reticularis og PAG og nucleus raphe magnus, ascenderende impulser til thalamus) påvirker perceptionen.

Muskuloskeletal smerte: muskler, sener, ledkapsler, periost, knoglevæv er forsynet med nociceptorer der påvirkes af mekaniske og kemiske påvirkninger og giver anledning til dumpe, pressende og borende smerter. Diffus lokalisation og referred pain. Muskelsmerter i tyggemusklene kan udløses ved iskæmi eller lokal energikrise. Ved mange ledlidelser opstår der sekundær inflammation og hyperalgesi.

Kutan og mucosa smerte: tæt innervation af hud og mucosa og vellokaliseret smerte, skarpe, prikkende til mere borende smerter. Initial smerte - a delta fibre (skarp og straks) og forsinket smerte - c fibre (diffus, ulmende).

Perifer sensibilisering

- Tærskelsænkning (hyperalgesi)
- Aktivisering af slumrende / tavse receptorer (silent receptors)
- Spontan aktivitet

Inflammatorisk, nociceptiv og neuropatisk smerte

- C fiber nociceptorer (polymodale, umyeliniserede med ledningshastighed på < 1m/s) både adaptation (responset aftager ved gentagne stimuli) og summation (responset tiltager ved gentagen hurtig stimulation), sekundær smerte, hyperalgesi og sensibilisering
- Type I A-delta nociceptorer (højtærskel mekanoreceptor, tyndt myeliniserede med ledningshastighed på 30-50m/s) sensibilisering
- Type II A-delta nociceptorer (højtærskel mekanoreceptor, tyndt myeliniserede med ledningshastighed på 30-50m/s) primær smerte

Ændringer i orofacial sansning: efter lokalbedøvelse, efter kirurgisk korrektion eller fraktur af underkæbe og overkæbe.

Hypersensitivitet af dentin udvikles ved øgning af den hydrauliske konduktans. Gingivaretraktioner. Desensibilisering af nerveender i dentin, mineraludfældning i dentinkanaler, forsegling af dentinkanaler som behandlingsmuligheder.

KØBENHAVNS UNIVERSITET Odontologisk Institut – Klinisk Oral Fysiologi

Aktivering af nociceptorer og neurogen inflammation

Perifer sensibilisering

- Nociceptiv påvirkning med cellebeskadigelse og frigivelse af K^+ samt syntese af prostaglandiner og bradykinin
- Indirekte aktivering af kollateraler og frigivelse af substans P der bevirker vasodilatation og ødem samt frigivelse af histamin og serotonin
- Sensibilisering af nærliggende nociceptive afferente, herunder slumrende (tavs) nociceptorer, og udvidelse af receptivt felt

KØBENHAVNS UNIVERSITET Odontologisk Institut

Refleksorisk kontrol af tyggemuskelaktivitet (Türker 2002)

Facilitering (green arrows)
Inhibition (red arrow)

PMR: periodontale mekanoreceptorer

Figure 4. Wiring diagram of human masticatory system. Current knowledge on the wiring diagram of the human masticatory muscles estimated under static conditions only. Note that the positions of the cell bodies of the neurons and the motoneurons are all deduced from reduced animal experiments.

KØBENHAVNS UNIVERSITET Odontologisk Institut – Oral Struktur og Funktion

Segmental interaktion – gate control – "smerteporten"

Modirritation (nabohæmning)

Perifert 1. synapse Centralt

Stimulus → Slimhinde eller tand → Ggl. trigeminale → Sensitiv trigeminus-kerne

Nociceptor → Hæmning → Nociceptor

Taktil receptor → Hæmning → Nociceptor

Akupunktur, capsaicin, lateral inhibition ^
 Descenderende cortical hæmning af smerte, PAG.

Positiv sammenhæng mellem antallet af tandkontakter og muskelaktivitetsniveauer ved maksimal sammenbidning, den maksimale sammenbidstkraft, tyggeeffektiviteten og spytproduktionen. (mekanoreceptorer i parodontalligament signalerer)

Det er primært kontakten i molar- og præmolarregionen, der har betydning for disse forhold. I klinikken registreres tandkontakt, hvis den fysiske kontakt mellem to tænder kan fastholde en 50 um tyk plasstrimmel under fast sammenbid typisk i IP

I naturligt tandsæt hos unge voksne er der okklusal kontakt på 70-90 % af tænderne i IP, i gennemsnit 12-14 tandpar, med kontakt specielt i sideregionerne og hyppigst på M1 og M2.

Antallet af muskelfibre: stort set fastlagt ved fødsel. Muskernes størrelse og styrke øges i barndom og ungdom. Muskelfibrene diameter ændres ved en tilvækst i antallet af myofibriller, længdevækst og tilpasning ved stigning i antallet af sarcomerer.

Direkte sammenhæng mellem musklernes fysiologiske tværsnit og den maksimale kraft, de kan præstere. De forandringer der kan være i den maksimale bidkraft er i højere grad betinget af tandtab og forringet okklusal afstøtning end alderen som sådan (som det generelt er).

En lang række perifere sansereceptorer indgår som væsentlige led i styringen og finjustering af underkæbens bevægelser, idet de registrerer stilling og bevægelser.

Receptoer: receptoer i kæbeledet, muskeltene i tyggemuskler, receptorer (svt senetene) i parodontalligamenterne. Ved senetilhæftninger og fascier findes også nociceptorer og mekanoreceptorer. Sensoriske neuroner har forbindelser til centrale og lokale refleksbaner og til cerebellum.

Muskeltene: mekanoreceptoer, der reagerer på stræk og derved måler muskellængden dynamisk og statisk (sensoriske endeforgreninger). De sensoriske neuroner indgår i en excitatorisk monosynaptisk refleksbue med motorneuronet til den muskel, tenene er placeret i. Muskeltenene består også af muskelfibre intrafusale muskelfibre innerveret af gammaefferenter - regulering af følsomhed. Det er forholdet mellem gamma-aktiviteten, der styrer muskeltenens tærskel, og alfaaktiviteten, der bestemmer musklens længde og dermed størrelse af det stimulus, der er afgørende for aktivering af de sensoriske endeforgreninger og den afferente impulsfrekvens fra muskeltenen.

Strækrefleks i tyggeapparatet - slag på hagen.

Senetene (Golgis seneorganer): måler spænding/kraft og kun fundet sporadisk i temporalis og masseter. Sensoriske neuroner indgår i polysynaptiske inhibitoriske refleksbaner. Mekanoreceptoer i parodontiet, gingiva og periost med høj tærskel og hurtig adaptation kan have samme funktion som senetene med henblik på at hæmme aktiviteten i lukkemuslerne.

Den taktile sansning i mundhulen beror på afferent aktivitet fra mekanoreceptorer i slimhinder, gingiva, periost, parodontiet, der reagerer på tryk og berøring.

Afferent aktivitet fra parodontale receptorer supplerer kæbeledsreceptorer ift stilling og bevægelse specielt ifm tandkontakt.

Den afferente aktivitet fra slimhinden mekanoreceptorer indgår også i regulering af aktiviteten i læbe og tungemusklerne, idet disse muskler under naturlige funktion skal tilpasses tand- og alveolebuens form.

Taktile receptorer i mucosa og periost har særlig betydning for tandlæøse.

Incisiverne er mest følsomme: størst følsomhed ved påvirkninger over 1 N. afbidning og fastholdelse. Det mindste tryk der kan mærkes er 0,01N.

Molarer: størst trykfølsomhed omkring 3-4 N. bearbejning og formaling, flere tandkontakter og større tyggetryk her. Ca 80 % af samlet okklusal belastning under hårdt sammenbid ligger på M1 og M2.

Okklusal diskriminationsevne: den mindste tykkelse, der kan føles mellem tænderne ved bevidst sammenbidning er 0,02 mm mellem molarerne. Den okklusale diskriminationsevne mindskes under tygning.

Under tygning fås en tærskel (det er så den dynamiske/funktionelle tærskel) der er højere end ved forsøg under bevidst statisk sammenbidning (statisk tærskel). Tærskelforhøjelsen (hvor "store" partikler skal være før de registreres) skyldes dels adaptation, fordi tanden under tygning forbliver nedtrykket i alveolen, og dels ubevidst kortikal inhibition via descenderende baner, som tilpasser sensibiliteten til et niveau der er i overensstemmelse med de kræfter, der udvikles under tygning.

Receptorer i kæbeledet: innervation af n auriculotemporalis. Smertereceptorer i kapsel og i discus' ophængningsapparat. Mekanoreceptorer i kapsel og ligamenter.

Pacinitype (hurtigt adapterende, information om dynamiske forhold som stillingsændringer og hastighed) fungerer som bevægelsesdetektorer.

Ruffinitype (langsomt adapterende, lav tærskel, aktive inden for meget lille bevægelsesområde og en ganske bestemt ledstilling, information om statiske forhold).

Sansning fra kæbeledet har betydning for sansningen af UK stilling. Dette gælder specielt for U K-positioner UDEN tandkontakt (med spiller receptorer i PA-ligament, gingiva og periost en rolle).

Vedvarende smerter under tygning medfører reduktion i lukkemuskelaktivitet og øget åbnemuskelaktivitet. Det medfører begrænsning af kæbebevægelser og tyggekraft.

Under tygning kan der opstå korte aktivitetspauser både ved kraftig påvirkning af mekanoreceptorer i PA-ligament og ved pludselig aflastning af kæben pga nedsat afferent aktivitet fra muskeltene. I takt med at fødebolus forarbejdes til en mere blød konsistens og mindskes i størrelse ses en reduktion af aktivitetsniveauet i elevatorerne, idet det afferente feedback fra muskeltene og parodontalligamenter mindskes.

Intramuskulær elektromyografi: Ved elektromyografi forstås registrering af muskelaktionspotentialer transmitteret fra de aktive fibre til elektroden. De motoriske enheder i UK lukkemuskler har 100-1000 fibre pr enhed, færrest i de enheder der indeholder type I fibre (langsomme, udholdende) som er dominerende i temporalis, masseter, pterygoideus. Rekruttering af flere motoriske enheder ved stigende kontraktion øget muskelstyrken.

Overfladeelektromyografi: elektroder på huden over musklerne. Den målte muskelaktivitet giver et indtryk af musklens samlede funktion.

Summation af aktionspotentialer fra et meget stort antal motoriske enheder. Effektivværdein (den ensrettede middelværdi) af et sådan signal kan derfor bruges som mål for den samlede aktivitet i den pågældende muskel.

Bidkraft: tryktransducer placeret i molarreginen kan måle niveauet under sammenbid. Tykkelsen af UK-lukkemuskler er afgørende for niveauet af den maksimalt opnåelig bidkraft. Der er næsten en linær sammenhæng mellem kraftudviklingen og musklernes elektriske aktivitet ved stigende kontraktionsniveau. Den maksimale bidkraft hos unge og raske personer, fuldt betandede ligger mellem 400 og 600 N. Under tygning vil sammenbidskraften typisk ligge omkring halvdelen af fødebolus.

Muskelarbejde: sammenbid i IP foregår ved isometrisk kontraktion i musklerne (ingen længdeændring). Det hæmmer gennemblødning og det trætter type I og type IIA fibre. (type IIB arbejder lidt endnu, anaerobt) Ved dynamisk arbejde som tygning hvor der sker en afkortning af musklerne vil der stadig være mulighed for gennemblødning imellem de rytmiske kontraktioner. Fibrene hæmmes ikke. Men ved langvarigt dynamisk muskelarbejde trættes type II fibre dog, hvilket giver ændringer i det elektromyografiske frekvensmønster med lavere medianværdier.

Muskeltræthed

- Metabolismerelateret træthed, nedsat ATP, hæmmet sensibilitet for Ca^{2+}
- Lavfrekvent træthed (langvarigt mindre intenst muskelarbejde): ophobning af Ca^{2+} .
- Mangel på motivation giver træthed i relation til CNS:

Uks holdning

Hvileholdning: 1-3 mm sænket ift IP, bestemt af tonus i lukkemuskler vha reflekser.

Maksimal sammenbidning i IP (MVC =100%, maksimal voluntær kontraktion): i IP er der maksimalt mulige antal tænder med okklusal kontakt, og IP er karakteriseret ved den maksimalt opnåelige lukkemuskelaktivitet (MVC).

Så snart kæberne bider sammen uden for IP reduceres aktivitetsniveauet

Tygning

Afbidning er en symmetrisk bevægelse. Tygning er asymmetrisk.

Tygning sker med unilaterale bevægelser der skifter mellem h og v side.

Tyggeside=arbejdsside og den modsatte/kontralaterale side = balancesiden.

Tyggebevægelser: frekvens på 1-2 Hz, varighed 600-800msk og gennemsnitlig hastighed på 50-80 mm pr sekund.

Der er en åbnefase og en lukke fase.

Hastigheden i åbnefasen og først i lukkefasen er hurtig men dæmpes når der kommer modstand fra fødebolus og tænderne. Lukkefasen har en hurtig og en langsom fase.

Underkæbens sidebevægelse mod tyggesiden er størst.

Bevægelse: I begyndelse af åbnefasen føres underkæben nedad og en smule mod balancesiden og under lukkefasen føres kæben tilbage i kranial retning og mod tyggesiden. Til sidst i lukkefasen føres underkæben medialt og kranialt til IP.

Muskelfunktion: lukke og åbnemuskler alterner med overlappning og lukkemusklerne er væsentlige kraftigere end åbnemusklene. Kontraktion af m temporalis sker først i tyggesiden. Maseteraktivitet viser større aktivitet i tyggesiden end i balancesiden. M. temporalis er meget involveret i selve bevægelsen og m. masseter og m. pterygoideus sidst i lukningen og i arbejdssiden.

Lukkemusklernes relative aktiveringgrad afhænger af okklusal afstøtning og fødebolus.

m.temporalis posterior og m. pterygoideus lateralis giver sideforskydninger under tyggebevægelsen og suprahyoide muskler herunder m. digastricus vent ant giver åbnebevægelsen.

Tyggebevægelsen er fra m. temporalis ant. starter sin aktivitet i lukkebevægelsen til den starter igen ved næste lukkebevægelse.

Vejrtrækning

- Normale forhold: overvejende gennem næsen og pharynx
- Supplerende gennem munden (der sker ikke same filtrering, befugtning og opvarmning)

Lyddannelse: stemmelæber, tunge, læber og kinder samt resonansrummet i mund og næse skaber de forskellige lyde i forbindelse med talen. Mange kortikale motoriske områder er involveret (kompliceret).

- Dannelse af vokaler: tungen løftes op og ganen i forskellige vinkler med tungespidsen pegende mere eller mindre posteriort.
- Konsonanter: baseret på varierende afklemning af luftstrømmen, tunge og læber er meget aktive i denne proces.
- Tænder og tandstilling: væsentlig! Kan i visse tilfælde disponere til læsper og hvislen ifm tale)

Demonstration: Elektromyografi, tyggeaktivitet og tyggeeffektivitet - EMG data og analyser

Til demonstrationen fik i vist en lang række EMG data og analyser heraf, udført på 3 af jer. Jeg har samlet disse data i en serie på 25 PDF filer, som jeg her kort vil præsentere. De fleste af filerne består sider med EMG data efterfulgt af sider med kvantitativ analyse af disse data.

Strækrefleks

Vi forsøgte at demonstrere effekten af et pludseligt stræk af lukkemusklerne ved at give et lille slag på hagen-. Herved strækkes muskeltenene, som sender et positiv feedback til lukkemusklerne. Derved synkroniseres aktiviteten fra mange motoriske enheder og på musklens overflade kan vi se et stort potentiale, som til en vis grad ligner et motorisk enheds potentiale, men reelt er resultatet af summationen af mange. Det er især tydeligt på optagelsen fra onsdag og torsdags holdene

EMG niveau i forhold til mekanisk kraft

Den kraft som musklen udøver reguleres ved dels at rekruttere flere motoriske enheder og ved at den enkelte motoriske enhed stimuleres med større frekvens. Under demonstratione lod vi personen bide på en krafttransducer (i højre side) med tre faste kraftniveauer: 50N, 100N og 200N, og fastholde den i 10 sek. Vi måler middelamplituden af EMG for højre masseter og plotter det ind i excel og finder en fin lineær sammenhæng, især "torsdag" er med en regressionskoefficient $R=0,9993$ et fantastisk eksempel.

Kraft og aktivitet – lineær sammenhæng (på figuren ses kraft ud af Y og amplitude ud af X).

Hvileaktivitet

Lukkemusklerne vil altid udøve en vis hvileaktivitet. Ud over at kompensere for tyngdekraftens træk i kæben er den aktivitet også afhængig af bevidstheds- og stressniveau. Dette har vi illustreret ved både at måle med åbne (eo) og lukkede øjne (ec), hvor der i sidstnævnte tilfælde næsten altid vil være en lavere aktivitet. I en sund og rask muskel vil dette niveau være meget lavt og typiske kun udgøre 1-2% af den maksimale aktivitet .

Maksimal aktivitet

Vi måler maksimal aktivitet ved et kraftigt sammenbid i IP. EMG systemet bestemmer automatisk det højeste peak niveau samt det højeste middelniveau for et 500ms langt vindue omkring peak niveauet - begge er markeret i EMG optagelserne. Vi har anvendt sidstnævnte som reference i nogle af de efterfølgende vurderinger af tyggeaktivitet. For at illustrere okklusionens betydning for aktivering af lukkemusklerne har vi også målt maksimal aktivitet hvor der kun var kontakt i fronten (bide på et antal spatler). I et enkelt tilfælde onsdag har vi også medtaget maksimal gabning .

Tyggegummitygning

Som en rimelig standardiseret måde at vise tyggeaktivitet på anvendes 2 stykker tyggegummi, som forud for målingerne tygges sammen til en homogen konsistens. Under tygning vil man typisk se at masseter har den højeste amplitude i tyggesiden og at temporalis starter lidt før i tyggesiden i forhold til den modsatte side. Sidstnævnte skyldes kæbens bevægelser i lukkefasen, mod tyggesiden og bagud også i tyggesiden. Dette er ikke tydeligt på alle optagelserne. Vi har desuden illustreret fødebolus størrelse i forhold til EMG niveauet ved at give yderligere 2 stykker tyggegummi, dvs. 4 i alt og i et

enkelt tilfælde yderligere to, dvs. 6 ialt. Optagelserne indeholder både højre- og venstresidig tygning samt øget bolus ved højresidig tygning. For yderligere at illustrere EMG aktiviteten har vi også målt den gennemsnitlige arbejdsbelastning under tyggegummi tygning. Dette gøres ved at lade EMG systemet måle den gennemsnitlige EMG amplitude fra start af en tyggecyklus til start af den næste og efterfølgende sætte det i relation til den maksimale aktivitet i IP. Dette samt en måling på kontralateral EMG aktivitet (dvs. i højre masseter ved venstresidig tygning) er samlet i tabeller i en slags "øvelsesvejledning", hvor der også er inkluderet data fra tygning af de forskellige fødeemner, omtalt efterfølgende.

Apparatur:	Gennemsnitlig ampl. hø. m. mass.		Gennemsnitlig arbejdsbelastning per cyklus		Aktivitetstid [msek]	Gennemsnitlig tyggecyklus [msek]
	Peak Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC	Average Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC		
MVC (sammenbid i IP) (anvendes også i del 2 s.2)	167	100				
Højresidig tygning 2 stk. V6	157	94	30	18	250	729
Venstresidig tygning af 2 stk. V6	69	41	17	10	364	823
Højresidig tygning 4 stk. V6	171	102	38	23	234	627
Højresidig tygning 6 stk. V6	251	150	62	37	257	615

Tygning af fødeemner: banan, æble, gulerod, mandler og lakrids

For at illustrere den perifere regulering af tyggeaktiviteten har vi valgt nogle fødeemner med meget forskellige egenskaber, blødt, sprødt, hårdt og sejt. Samtidig har vi valgt i et vist omfang at standardisere størrelsen af fødebolus til 10g undtagen mandler hvor der kun er 5g. Ved de hårde fødeemner ses tydeligt den perifere feedback, hvor muskeltenene pludselig forkortes, når fx mandlernes overflade brydes, og den positive feedback til lukkemusklerne ophører indtil der igen er modstand. Derved observeres et antal inhibitioner af muskelaktiviteten, som ikke ses ved tygning på noget blødt eller sejt. Ved tygning på et sejt fødeemne som lakrids ser vi en meget længere aktiveringstid af i dette tilfælde masseter og for første gang en markant forlængelse af tyggecyklus. En anden vigtig parameter er tyggetiden, dvs. hvor lang tid man er om at spise det "standardiserede" fødeemne. En del af de overordnede data er samlet i tabellerne i filerne nævnt ovenfor sammen med data for tyggegummi. Kurverne og alle data er samlet her i tre filer. Det bemærkes at muskelaktiviteten i mange tilfælde overstiger maksimaleaktiviteten i IP betydeligt.

Fødeemne	Tygge-tid [sek]	Gennemsnitlig amplitude hø. m. mass.		Gennemsnitlig arbejdsbelastning per cyklus		Gennemsnitlig tyggecyklus [msek]	Aktivitetstid		Antal inhibitioner - "silent periods" i tyggesekvensen
		Peak Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC *	Average Mean voltage eller RMS [μ V]	% MVC		msek	% af tyggecyklus	
Banan	7	99	59	33	20	626	302	48	0
Æble	11	209	125	59	35	639	310	49	1-2
Gulerod	20	233	140	74	45	598	325	54	2-4
Mandler	29	320	192	91	54	575	323	56	4-6
Lakrids	47	362	217	88	53	847	338	40	0

*) Anvend amplitude for MVC- IP fra del 1

Synkning

Vi har illustreret synkning med en 2ml vand svarende til den mængde spyt man rent reflektorisk ville synke. Undersynkning arbejder åbne og lukkemuskelerne sammen, i modsætning til tygningen ovenfor hvor de alternerer. Aktiviteten er dog beskeden og når i de fleste tilfælde kun op på nogle få procent af maksimalaktivitet i IP.

Tale

Muskelaktiviteten under tale er her illustreret ved sætningen "mange bække små gør en stor å" gentaget et antal gange. Artikulationen under tale ses tydeligst i digastrikus (eller samlet mundbundens muskler, da det ikke kun er digastrikus vi registrerer fra), hvor et karakteristisk mønster for den enkelte nemt genkendes i de 3-4 gange sætningen udtales. Aktiviteten er her ligeledes kun nogle få procent af maksimalaktivitet i IP, men vil øges markant ved at tale højere - eller synge :)

