



LOKALE ANESTHESIE J.A. BAART **IN DE** H.S. BRAND **TANDHEELKUNDE**

Bohn
Stafleu
van Loghum

Lokale anesthesie in de tandheelkunde

Lokale anesthesie in de tandheelkunde

Drs. J.A. Baart
Dr. H.S. Brand
(redactie)

© 2006 Bohn Stafleu van Loghum, Houten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j^o het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Samensteller(s) en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor onjuistheden die eventueel in deze uitgave voorkomen.

ISBN 90 313 4093 6

ISBN 978 90 313 4093 4

ISBN studenteneditie: 90 313 4694 2

ISBN studenteneditie: 978 90 313 4694 3

NUR 887

Ontwerp omslag: Designwork, Peter Bos

Ontwerp binnenwerk: TEFF Typography

Tekeningen: P. Brugman, A.A. van Horssen en M. Kunen

Eerste druk, eerste oplage 2006

Eerste druk, tweede oplage 2009

Bohn Stafleu van Loghum

Het Spoor 2

Postbus 246

3990 GA Houten

www.bsl.nl

Inhoud

Voorwoord	xi
Redactie en auteurs	xiii
Redactie	xiii
Auteurs	xiii
Een korte geschiedenis van de lokale anesthesie	xv
Literatuur	xvii
1 Pijn en prikkelgeleiding	1
1.1 Pijnreceptoren	1
1.2 Transmissie van de zenuwprikkel	3
1.2.1 Opbouw van de perifere zenuw	3
1.2.2 Prikkelvorming	4
1.2.3 Prikkelgeleiding en -overdracht	10
1.2.4 Modulatie van de prikkel	10
1.3 Perceptie van pijn	13
1.4 Nociceptie in het orofaciale gebied	13
2 Anatomie van de nervus trigeminus	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Centrale deel van de nervus trigeminus	16
2.2.1 Oorsprong	16
2.2.2 Trigeminuskernen	17
2.3 Perifere deel van de nervus trigeminus	19
2.3.1 Nervus ophthalmicus	19
2.3.2 Nervus maxillaris	19
2.3.3 Nervus mandibularis	21
2.4 Diepe gebieden	24
2.4.1 Fossa pterygopalatina	24
2.4.2 Fossa infratemporalis en pterygomandibulaire loge	27

3	Farmacologie van lokaal-anesthetica	31
3.1	Groepsindeling	31
3.2	Farmacodynamiek	33
3.3	Farmacokinetiek	34
3.3.1	Fysisch-chemische eigenschappen	34
3.3.2	Diffusie	35
3.3.3	Werkingsmechanisme van lokaal-anesthetica	37
3.3.4	Eiwitbinding	37
3.3.5	Intreetijd en werkingsduur	38
3.3.6	Lokale eliminatie	39
3.3.7	Systemische eliminatie	40
3.4	Toevoegingen aan lokaal-anesthetica	40
3.4.1	Vasoconstrictiva	40
3.4.2	Conserveermiddelen	41
3.4.3	Toevoegingen aan oppervlakteanesthetica	42
4	Algemene praktische aspecten	43
4.1	Het gebruik van lokale anesthesie	43
4.2	Indicaties en contra-indicaties	44
4.3	Instrumentarium	45
4.3.1	Carpules	45
4.3.2	Injectienaalden	47
4.3.3	De carpulespuit	50
4.4	Oppervlakteanesthesie.	52
4.5	Positie van de patiënt en van de tandarts	53
4.6	Controleren werkzaamheid	55
5	Lokale anesthesie in de bovenkaak	57
5.1	Inleiding	57
5.2	Incisieven en cuspidaat	58
5.2.1	Anatomie	58
5.2.2	Indicatie	59
5.2.3	Techniek	60
5.3	Premolaren	62
5.3.1	Anatomie	62
5.3.2	Indicatie	62
5.3.3	Techniek	63
5.4	Molaren	65
5.4.1	Anatomie	65
5.4.2	Indicatie	66
5.4.3	Techniek	68
5.5	De geïmpacteerde derde molaar in de bovenkaak	69
5.5.1	Anatomie	69

5.5.2	Indicatie	69
5.5.3	Techniek	69
6	Lokale anesthesie in de onderkaak	71
6.1	Inleiding	71
6.2	Incisieven en cuspidaten	73
6.2.1	Anatomie	73
6.2.2	Indicatie	73
6.2.3	Techniek	74
6.3	Premolaren	74
6.3.1	Anatomie	74
6.3.2	Indicatie	77
6.3.3	Techniek	77
6.4	De directe en indirecte methode	78
6.5	Molaren	84
6.5.1	Anatomie	84
6.5.2	Indicatie	85
6.5.3	Techniek	85
6.6	Derde molaar in de onderkaak	85
6.6.1	Anatomie	85
6.6.2	Indicatie	86
6.6.3	Techniek	86
7	Aanvullende anesthesietechnieken	87
7.1	Nervus maxillaris blokkade	87
7.1.1	Hoge tuberanesthesie	87
7.1.2	Blokkade via het foramen palatinum majus	88
7.2	Nervus infraorbitalis blokkade	90
7.3	Nervus nasopalatinus blokkade	92
7.4	Nervus mentalis blokkade	92
7.5	Gow-Gates-methode	94
8	Lokale anesthesie bij kinderen	97
8.1	Inleiding	97
8.2	Pijn en angstbeleving bij kinderen	98
8.2.1	Veiligheid en steun	101
8.2.2	Vorbereiding op verdoving	102
8.2.3	Kindvriendelijke uitvoering	104
8.2.4	Waarschuwing	106
8.3	Technieken	107
8.3.1	Oppervlakteanesthesie	107
8.3.2	Infiltratieanesthesie	109
8.3.3	Mandibulaire geleidingsanesthesie.	111
8.3.4	Intraligamentaire anesthesie	113
8.3.5	Microprocessor gestuurde verdoving	114

8.3.6	Hoeveelheid verdoovingsvloeistof voor kinderen	115
8.4	Observatie van het kind	116
8.5	Complicaties door mandibulaire geleidingsanesthesie	116
9	Lokale complicaties	119
9.1	Naaldbreuk	119
9.2	Pijn bij toediening	120
9.3	Insufficiënte anesthesie	120
9.4	Ongewenste uitbreiding van de anesthesie	121
9.5	Iatrogene schade en zelfverwonding van verdoofde weke delen	122
9.6	Langdurige sensibiliteitsstoornissen	123
9.7	Bleekheid van de huid ('blanching')	124
9.8	Weefselnecrose	124
9.9	Hematoomvorming en trismus	125
9.10	Infectie	126
10	Systemische complicaties	129
10.1	Inleiding	129
10.2	Vasovagale collaps	129
10.3	Hyperventilatiesyndroom	130
10.4	Toxiciteit	130
10.4.1	Effecten op het centraal zenuwstelsel	132
10.4.2	Cardiovasculaire effecten	132
10.4.3	Handelwijze bij toxische reacties	133
10.5	Systemische effecten van vasoconstrictoren	133
10.6	Allergische reacties	134
10.6.1	Onmiddellijke overgevoelighedsreacties	135
10.6.2	Vertraagde overgevoelighedsreacties	135
10.6.3	Behandeling allergische reacties	136
10.6.4	Beleid bij verdenking op allergie	137
10.7	Preventie van bijwerkingen	138
11	Risicopatiënten	139
11.1	Inleiding	139
11.2	Hartziekten	144
11.3	Hypertensie	145
11.4	Cerebrovasculair accident	146
11.5	Verhoogde bloedingsneiging	146
11.6	Leverfunctiestoornissen	147
11.7	Diabetes mellitus	147
11.8	Hyperthyreoïdie	148
11.9	Hypoproteïnemie	148

11.10	Zwangerschap	148
11.11	Geneesmiddelengebruik	149
12	Juridische aspecten	151
12.1	Rechters en colleges	151
12.2	Bevoegdheid tot het geven van lokale anesthesie	153
12.2.1	Algehele en lokale anesthesie door de tandarts	153
12.2.2	Lokale anesthesie door de tandartsassistent	153
12.2.3	Lokale anesthesie door de mondhygiënist	154
12.3	Aansprakelijkheid aan de hand van enkele casussen	155
12.3.1	Een beschadigde zenuw na toediening anesthesie	156
12.3.2	Anesthesie werkte niet of onvoldoende	158
12.3.3	(Vrees voor) een allergische reactie	159
12.3.4	Toediening van anesthesie en systemische complicaties	160
	Literatuur	162
	Register	163

Voorwoord

De betekenis van lokale anesthesie voor de tandheelkunde kan nauwelijks worden onderschat. Enerzijds zorgt lokale anesthesie ervoor dat de patiënt comfortabel en pijnvrij een tandheelkundige behandeling kan ondergaan, anderzijds stelt het de tandarts in staat deze behandeling rustig en geconcentreerd uit te voeren.

Het toepassen van lokale anesthesie in de tandheelkundige praktijk bij volwassenen en kinderen vereist een grondige kennis van anatomie, farmacologie en de wijze waarop de verdoving moet worden toegediend. Daarnaast is uiteraard kennis nodig over de lokale en systemische complicaties en het gebruik van lokale verdoving bij zogeheten risicopatiënten. Al deze onderwerpen, en ook de juridische aspecten, komen in dit boek uitvoerig aan de orde. *Lokale anesthesie in de tandheelkunde* is vooral bedoeld voor de tandarts, de student tandheelkunde en de mondhygiënist. Daarnaast kan het boek zijn dienst bewijzen bij de opleiding tot tandarts-specialist en medisch specialist.

De redacteurs J.A. Baart en H.S. Brand moeten worden gecomplimenteerd met de opzet van het boek en met de medewerking die zij hebben weten te verkrijgen van bij uitstek voor dit onderwerp deskundige auteurs. Zij zijn erin geslaagd de lezer op evenwichtige wijze de benodigde informatie aan te reiken, zonder dat dat heeft geleid tot een 'studeerka-merboek'. Integendeel, het is een goed leesbaar en duidelijk geïllustreerd praktijkboek geworden.

De uitgever, ten slotte, komt hulde toe voor de fraaie vormgeving.

Amsterdam, voorjaar 2006
prof. dr. I. van der Waal

Redactie en auteurs

Redactie

drs. J.A. Baart, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam/Vrije Universiteit Medisch Centrum, afdeling Mondziekten en Kaakchirurgie, Amsterdam

dr. H.S. Brand, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam, afdeling Mondziekten en Kaakchirurgie/Ziekteleer en afdeling Orale Biochemie, Amsterdam

Auteurs

prof. dr. H.P. van den Akker, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam/Academisch Medisch Centrum, afdeling Mondziekten en Kaakchirurgie, Amsterdam

prof. dr. L.H.D.J. Booij, Universitair Medisch Centrum St Radboud, afdeling Anesthesiologie, Nijmegen

drs. J.F.L. Bosgra, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam/Vrije Universiteit Medisch Centrum, afdeling Mondziekten en Kaakchirurgie, Amsterdam

mr. dr. W.G. Brands, plaatsvervangend rechter Rechtbank Utrecht, tandarts te Vaassen, Universitair Medisch Centrum St Radboud, afdeling Preventieve en Sociale tandheelkunde, Nijmegen

prof. dr. T.M.G.J. van Eijden, Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam, afdeling Functionele Anatomie, Amsterdam†

dr. J.F.M. Fennis, voorheen Universitair Medisch Centrum St Radboud, afdeling Algemeen Interne Geneeskunde, Nijmegen

dr. F.W.A. Frankenmolen, Tandheelkundig Jeugdcentrum 'Beuningen', Beuningen

dr. A.L. Frankhuijzen, voorheen Vrije Universiteit Medisch Centrum, afdeling Farmacologie, Amsterdam

dr. G.E.J. Langenbach, Academisch Centrum Tandheelkunde, afdeling Functionele Anatomie, Amsterdam

Een korte geschiedenis van de lokale anesthesie

J.A. Baart, J.F.L. Bosgra en G.E.J. Langenbach

Voordat er lokale anesthesie bestond, was er al algehele anesthesie. De Amerikaanse tandarts Horace Wells was daarvan de bedenker. In 1844 zag hij samen met zijn vrouw Elizabeth een demonstratie waarbij de kermis-exploitant Colton enkele vrijwilligers met lachgas bedwelmde. Een van de vrijwilligers stootte zich hard aan een stoel maar gaf geen krimp. Horace Wells merkte dit op en bedacht dat door het inhaleren van lachgas een patiënt wellicht pijnvrij een extractie kon ondergaan. Enkele dagen later nam Wells de proef op de som en vroeg een collega bij hemzelf een molaar te extraheren onder inhalatie van lachgas. Het werd een succes. In eigen beheer organiseerde Wells nog enkele extractiesessies, waarna medici van het Massachusetts General Hospital hem uitnodigden voor een demonstratie. Deze demonstratie werd een fiasco. De patiënt was onvoldoende verdoofd doordat te weinig lachgas was toegediend. Het leven van de aanvankelijk zo succesvolle Wells werd daarna een ramp. De medicus Morton, een vroegere assistent van Wells, ging met het idee van algehele anesthesie aan de haal, maar gebruikte ether in plaats van lachgas voor een ‘pijnloze slaap’. Morton ontkende in alle toonaarden dat hij het idee van Wells had gestolen. Dat stak Wells enorm. Bovendien kon Wells zijn beroep als tandarts niet meer uitoefenen. Hij werd handelsreiziger in kanaries en huishoudelijke artikelen, en raakte verslaafd aan ether snuiven. Uiteindelijk belandde hij in de gevangenis na dames van lichte zeden te hebben overgoten met zwavelzuur. Op 33-jarige leeftijd maakte hij een einde aan zijn leven door een liesslagader door te snijden.

Hoe anders verliep de ontdekking van de lokale anesthesie. Een van de eersten die in 1884 met deze vorm van verdoving ervaringen opdeed, was Sigmund Freud. Hij experimenteerde met het gebruik van cocaïne. Deze stof werd al enkele eeuwen gebruikt door de Inca's in Peru om hun uithoudingsvermogen te vergroten. Freud gebruikte de cocaïne bij de behandeling van enkele patiënten, maar raakte er vervolgens zelf aan verslaafd. De Duitse chirurg August Bier zag in 1891 een demonstratie, waarbij de internist Quincke een cocaïneoplossing om diagnostische redenen in de epiduraalruimte van een patiënt spoot, waarna de benen verdoofd en verlamd raakten. Deze vinding nam Bier mee naar zijn kliniek in Kiel en besloot de techniek eerst bij zichzelf uit te proberen en pas daarna patiën-

ten te opereren onder lokale verdoving. Samen met zijn Oberarzt Hildebrandt besloot hij na werktijd een eerste experiment uit te voeren. Bier stelde zichzelf ter beschikking en Hildebrandt zou zijn baas een ruggenprik toedienen. Dat mislukte omdat de met cocaïneoplossing gevulde spuit niet paste op de naald, zodat er via de naald veel liquor weglekte. Hildebrandt was daarna de proefpersoon en Bier slaagde erin een epiduraalverdoving toe te dienen met een cocaïneoplossing. Na enige minuten meldde Hildebrandt dat zijn beenspieren slap werden en dat zijn benen tintelden. Bier testte de lokale verdoving van Hildebrandt's benen door een flinke injectienaald tot op het bot van het bovenbeen te steken. Hildebrandt voelde er niets van, ook niet toen Bier met een houten hamer een flinke klap gaf op het onderbeen. Na 45 minuten begon de lokale verdoving bij Hildebrandt uit te werken. De heren gingen vervolgens dineren en genoten na afloop van een glas cognac en een goede sigaar. De volgende ochtend kwamen echter lokale en systemische bezwaren van deze lokale anesthesie aan het licht. Bier had na de mislukte lokale anesthesie een barstende hoofdpijn, die nog een week zou aanhouden en alleen verdween als hij ging liggen. Desondanks opereerde hij gewoon door. Hildebrandt had het zwaarder. De volgende dag meldde hij zich ziek; hij was duizelig en gaf voortdurend over. Het lopen ging hem moeilijk af, ook al omdat hij last had van een bloedingstorting in het boven- en onderbeen. Alle nabezwaren deden Bier concluderen dat hij afzag van behandeling van zijn patiënten onder lokale anesthesie. Later zou Bier van de reguliere geneeskunde afdwalen en fanatiek de weg van de alternatieve geneeskunde volgen. Bier's uitvoerige observaties en beschrijvingen van zijn experimenten met lokale anesthesie zijn uiteindelijk niet onopgemerkt gebleven.

De Franse chirurg Tuffier kende het werk van Bier niet, maar opereerde in 1899 een jonge vrouw met een sarcoom van de heup onder lokale anesthesie met behulp van een cocaïneoplossing in het ruggenmerg. Enkele jaren later opereerde hij onder lokale anesthesie patiënten aan de nier, de maag en zelfs de thoraxwand. De eerste lokale anesthesie in de tandheelkunde komt op naam van de Amerikaan Halsted die zichzelf verdoofde met een cocaïneoplossing.

Door de grote toxiciteit en verslavende werking van cocaïne werd gezocht naar een veiliger lokaal-anestheticum. Dat werd uiteindelijk in 1905 gevonden in de vorm van de esterverbinding procaine, een afgeleide van cocaïne. Procaine kreeg bekendheid onder de merknaam Novocaïne ('de nieuwe cocaïne'). Jarenlang werd dit middel gebruikt, maar na verloop van tijd ging men op zoek naar een krachtiger middel. Tijdens de Tweede Wereldoorlog lukte het de Zweedse wetenschapper Nils Lofgren de amideverbinding lidocaïne te maken, eveneens afgeleid van cocaïne. Dit middel werkt sneller en krachtiger dan cocaïne en heeft geen verslavende bijwerking. Alleen de wijze van toedienen van het lokaal-anestheticum was nog een probleem. In 1947 bracht de Amerikaanse firma Novocol de carpulespuit, de glazen carpules met lokaal-anestheticum en wegwerpnaalden op de markt. Hiermee was de moderne lokale verdoving geboren. Lidocaïne en het in de jaren zeventig van de vorige eeuw geïntroduceerde articaïne zijn nu de meest gebruikte lokaal-anesthetica in de tandheelkunde.

Literatuur

Bennion E. *Antique dental instruments*. London: Sotheby's Publications, 1986.

Richards, JM. *Who is who in architecture, from 1400 to the present day*. London:

Weidefeld and Nicolson, 1977.

Sydow F-W. *Geschichte der Lokal- und Leitungsanaesthesie*. In: Zinganel K (red.).

Anaesthesie – historisch gesehen. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 1987.

Volgens de World Health Organisation is pijn ‘een onplezierige gewaarwording die optreedt bij dreigende weefselbeschadiging’. Fysiologisch gezien gaat het dus om een waarschuwingssysteem. Bij tandheelkundige behandelingen ervaart de patiënt pijn als onplezierig.

1.1 Pijnreceptoren

Pijnprikkelers worden voornamelijk gegenereerd door betrekkelijk vormloze sensorische zenuwuiteinden van A δ - en C-vezels. Deze vrije zenuwuiteinden (nociceptoren, zie figuur 1.1) zijn gevoelig voor allerlei prikkels van mechanische, thermische en chemische aard en worden daarom polymodaal genoemd. Nociceptoren vertonen geen adaptatie: zolang de prikkel duurt treden nociceptieve reacties op. Nociceptoren kennen een hoge drempelwaarde. De waarneming van de prikkel vindt plaats door op de sensor aanwezige receptoren die de prikkel in een elektrisch signaal omzetten. Dit proces noemen we transductie.

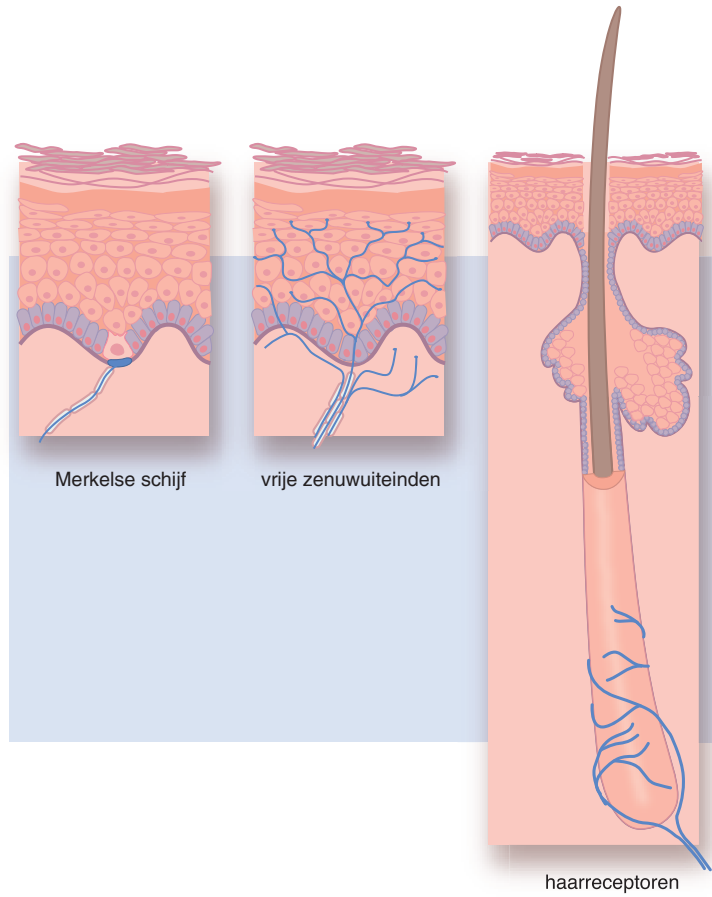
Bij beschadiging van weefsels komen allerlei stoffen vrij die in staat zijn nociceptoren te prikkelen, zoals histamine, serotonine, bradykinine, prostaglandine E₂ en interleukinen. Deze stoffen activeren de nociceptoren en verlagen de prikkel drempel ervan (sensitisatie).

Nociceptoren komen ook in gebitselementen en de mondholte voor en zijn meestal gevoelig voor een specifieke neurotransmitter. De meeste zenuwvezels bevatten echter verschillende nociceptoren.

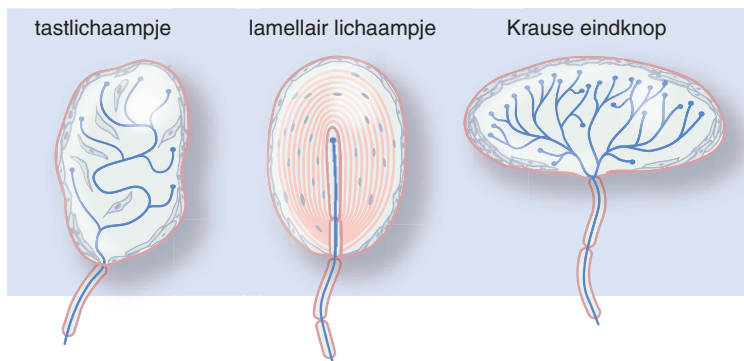
Het sensorisch zenuwstelsel kent ook ‘fysiologische’ sensoren. Dit zijn eindorgaantjes van de sensorische zenuwen, zoals de lichaampjes van Krause, van Meisner en van Pacini (zie figuur 1.2). Deze ‘fysiologische’ sensoren reageren meestal alleen op één specifieke prikkel (warmte, tast, reuk, etc.) en zijn dus unimodaal. Daarnaast vertonen zij het fenomeen van adaptatie; dat wil zeggen dat bij langdurige of blijvende prikkeling de reactie op de prikkel verdwijnt. Bij overmatige prikkeling kunnen ook deze ‘fysiologische’ sensoren pijnervaring initiëren.

Figuur 1.1

Nociceptoren.

*Figuur 1.2*

Fysiologische sensoren.



1.2 Transmissie van de zenuwprikkel

De prikkels die in de nociceptoren worden opgevangen en omgevormd tot zenuwprikkels moeten uiteindelijk in de hersenen worden geïnterpreteerd. Transport van de zenuwprikkel vindt plaats in het sensorische zenuwstelsel, waarin drie opeenvolgende zenuwvezels zijn gekoppeld. De eerste zenuwvezels vormen de perifere zenuw. De tweede en derde liggen in het centrale zenuwstelsel en vormen zenuwbanen (tracti). De celkernen van de individuele zenuwcellen liggen bij elkaar gegroepeerd in ganglia en zenuwkernen (nuclei).

1.2.1 Opbouw van de perifere zenuw

Het transport van nociceptieve stimuli verloopt langs sensorische onge-myeliniseerde A δ - en dun-gemyeliniseerde C-vezels. Andere typen zenuwvezels zijn betrokken bij het transport van andere sensorische prikkels (zie intermezzo 1.1).

Een perifere zenuw is opgebouwd uit de uitlopers van een verzameling zenuwcellen bijeengehouden door een bindweefselnetwerk. De afzonderlijke uitlopers zijn al dan niet omgeven door een isolerende myelinelaag, de huls of schede van Schwann.

Intermezzo 1.1 Nociceptieve vezelbanen

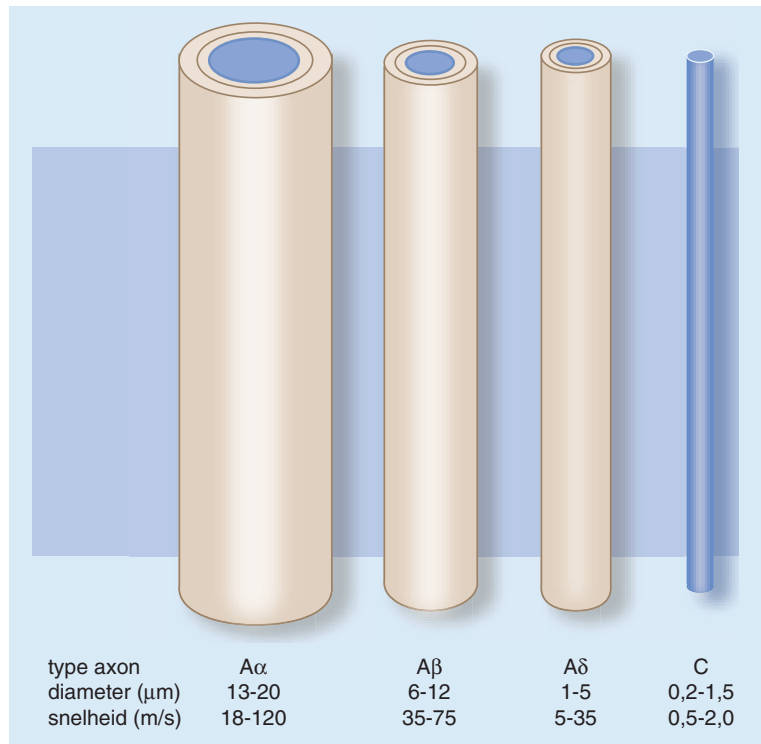
In het lichaam worden nociceptieve prikkels opgevangen in nociceptoren en dan voortgeleid via een A δ - of C-vezel. De eerste zijn dun gemyeliniseerd en hebben een snelle transmissie van prikkels, de tweede zijn ongemyeliniseerd en hebben een trage transmissie.

De C-vezels transporteren prikkels opgewekt door temperatuur, pijn en jeuk. De A α -vezels transporteren motorische impulsen ten behoeve van de stand en bewegingen van het lichaam, de A β -vezels vervoeren impulsen ten behoeve van de tastzin en signalen van de mechanoreceptoren uit de huid. De A δ -vezels transporteren pijnprikkels, temperatuursignalen en signalen voor de handhaving van de spiertonus.

Deze primaire neuronen hebben hun cellichaam in het ganglion van de achterwortel. De axonen lopen in de tractus van Lissauer de achterhoorn van het ruggenmerg in en schakelen daar in de laminae van Rexed op het secundaire sensorische neuron. Dit secundaire sensorische neuron kruist de middenlijn en ascendeert als tractus spinothalamicus. De tractus spinothalamicus synapteert in nuclei van de thalamus, van waaruit ze op de somatosensorische cortex projecteren. Vanuit de somatosensorische cortex werken descenderende banen modulerend op het nociceptieve systeem. Uit deze vezels komen de neurotransmitters serotonine en noradrenaline vrij.

Figuur 1.1.1

Primaire afferente axonen.



Het cellichaam vormt het metabole centrum van de zenuwcel (figuur 1.3); daar worden ook de meeste celonderdelen geproduceerd. Dendrieten voeren prikkels in de richting van het cellichaam en axonen voeren prikkels van het cellichaam af. Sommige axonen worden door een myelineschede omgeven, andere zijn naakt. De axonen en dendrieten zijn langgerekt en vormen de zenuwvezels. Aan het einde van de dendrieten zitten receptoren die in staat zijn signalen op te vangen. Aan het eind van de axonen zitten synapsen waar de prikkel op een volgende zenuwcel of op een cel van het eindorgaan wordt overgedragen.

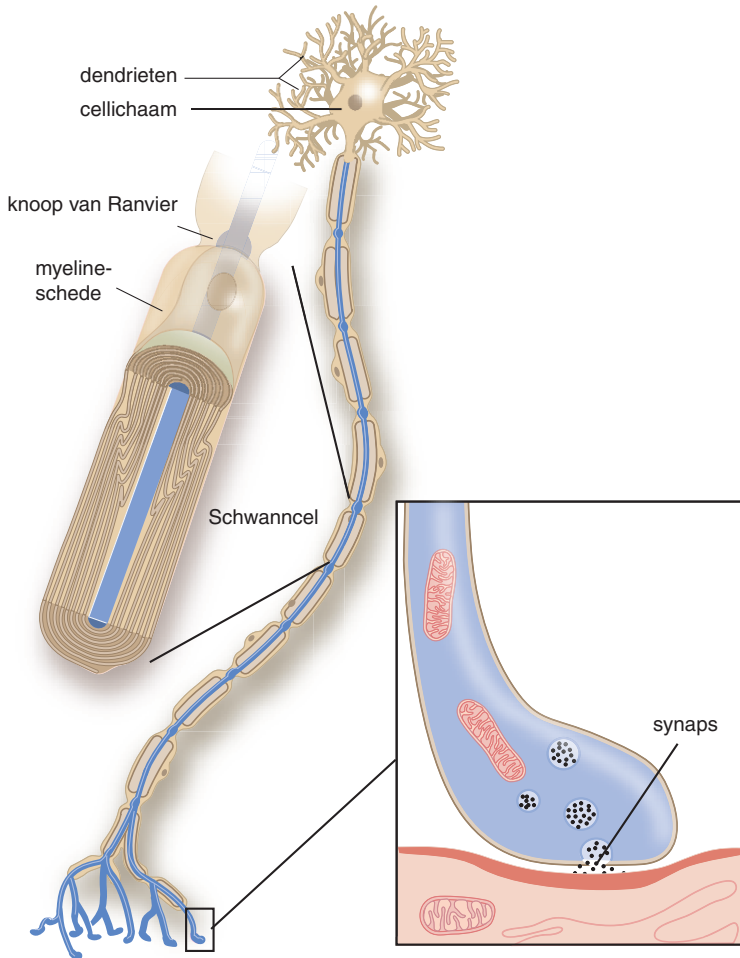
Zenuwen zijn bundels van zenuwvezels bijgehouden door bindweefsel (figuur 1.4). Elk afzonderlijk axon wordt omgeven door bindweefsel (endoneurium). Bundels van zenuwvezels vormen een fasciculus, die weer bijeen wordt gehouden door bindweefsel (perineurium). Een aantal fasciculi wordt opnieuw door bindweefsel (epineurium) bijgehouden waardoor een zenuw wordt gevormd.

1.2.2 Prikkelvorming

Ontstaan en transport van prikkels in zenuwvezels is een ingewikkeld proces. Om elektrische prikkels te kunnen opwekken moet er een verandering van elektrische lading plaatsvinden.

Cellen worden omgeven door een semi-permeabele celmembraan, die

Figuur 1.3
De zenuwcel.

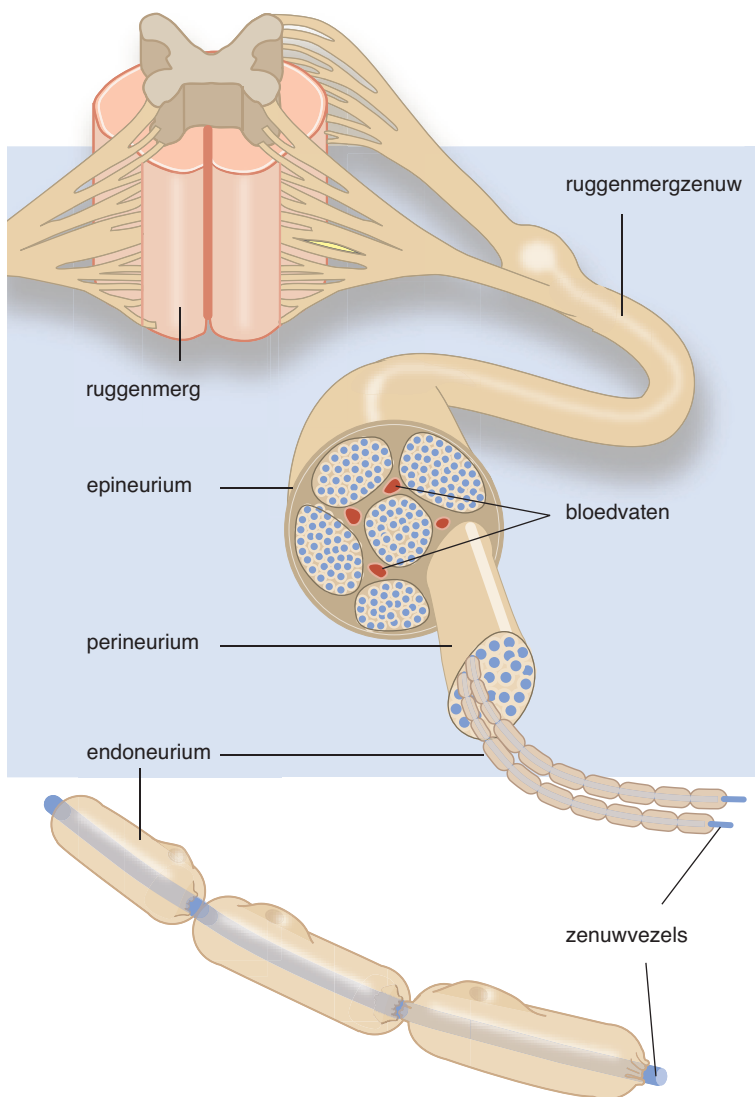


alleen doorgankelijk is voor water. Een selectieve ionenpomp verplaatst actief kaliumionen naar binnen en natriumionen naar buiten. Het gevolg is een concentratiegradiënt van natrium- en kaliumionen over de membraan. In het cytoplasma bevindt zich een hoge concentratie negatief geladen eiwitten, waardoor de cel ten opzichte van haar omgeving negatief geladen is. Ook zijn extracellulair negatief geladen ionen aanwezig, voornamelijk chloride-ionen. Aan beide zijden van de membraan wordt de elektrische lading in evenwicht gehouden door positief geladen ionen (natrium, kalium, calcium). Omdat er binnen iets meer anionen aanwezig zijn dan buiten, zal daardoor ook het aantal kationen binnen iets hoger zijn dan buiten. Hierdoor ontstaat een potentiaalverschil van -60 mV, dat de rustpotentiaal wordt genoemd.

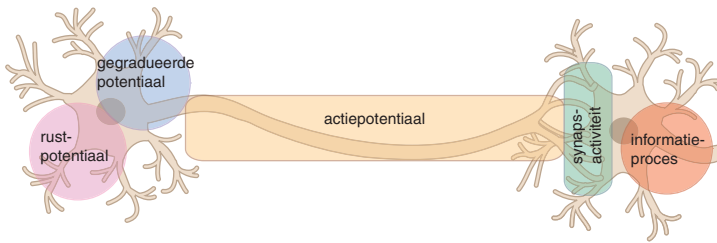
In de membraan zijn ionenkanalen aanwezig die open of gesloten kunnen zijn (figuur 1.5). Deze kanalen kunnen worden geactiveerd door een

Figuur 1.4

De perifere zenuw.

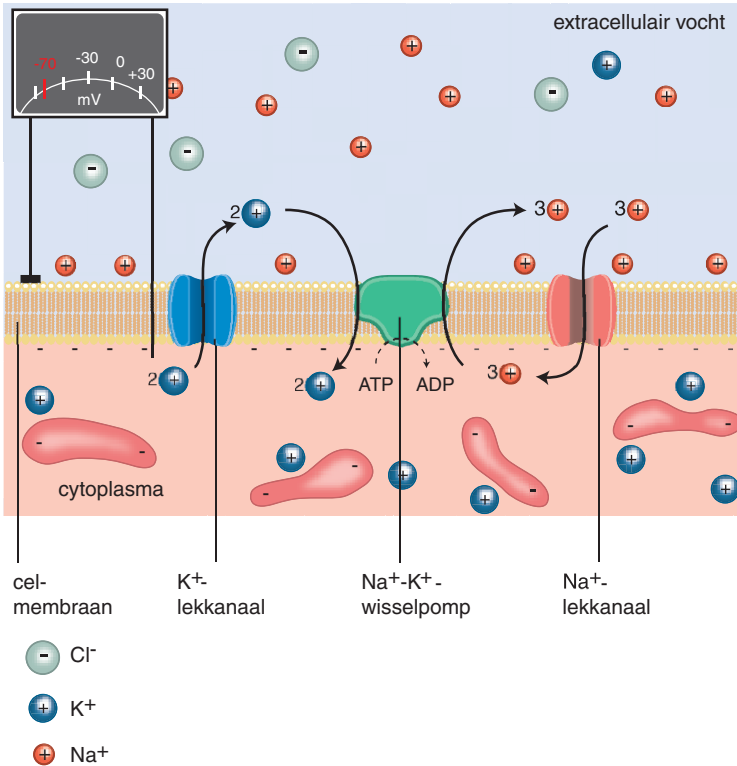


elektrische prikkel ('voltage-gated') of door een chemische prikkel ('ligand-gated'). Als ionenkanalen openstaan, kunnen ionen langs de concentratiegradiënt worden verplaatst. In rust staan voornamelijk kaliumkanalen open, zodat kaliumionen proberen de cel te verlaten. Het relatieve overwicht aan anionen in de cel (eiwitten) werkt deze uitstroom van kationen echter tegen. Indien de natriumkanalen van de membraan opengaan zullen natriumionen zich naar binnen verplaatsen: er is dan als het ware een lek in de membraan.



Figuur 1.5

Semi-permeabele membraan met ionenkanalen.

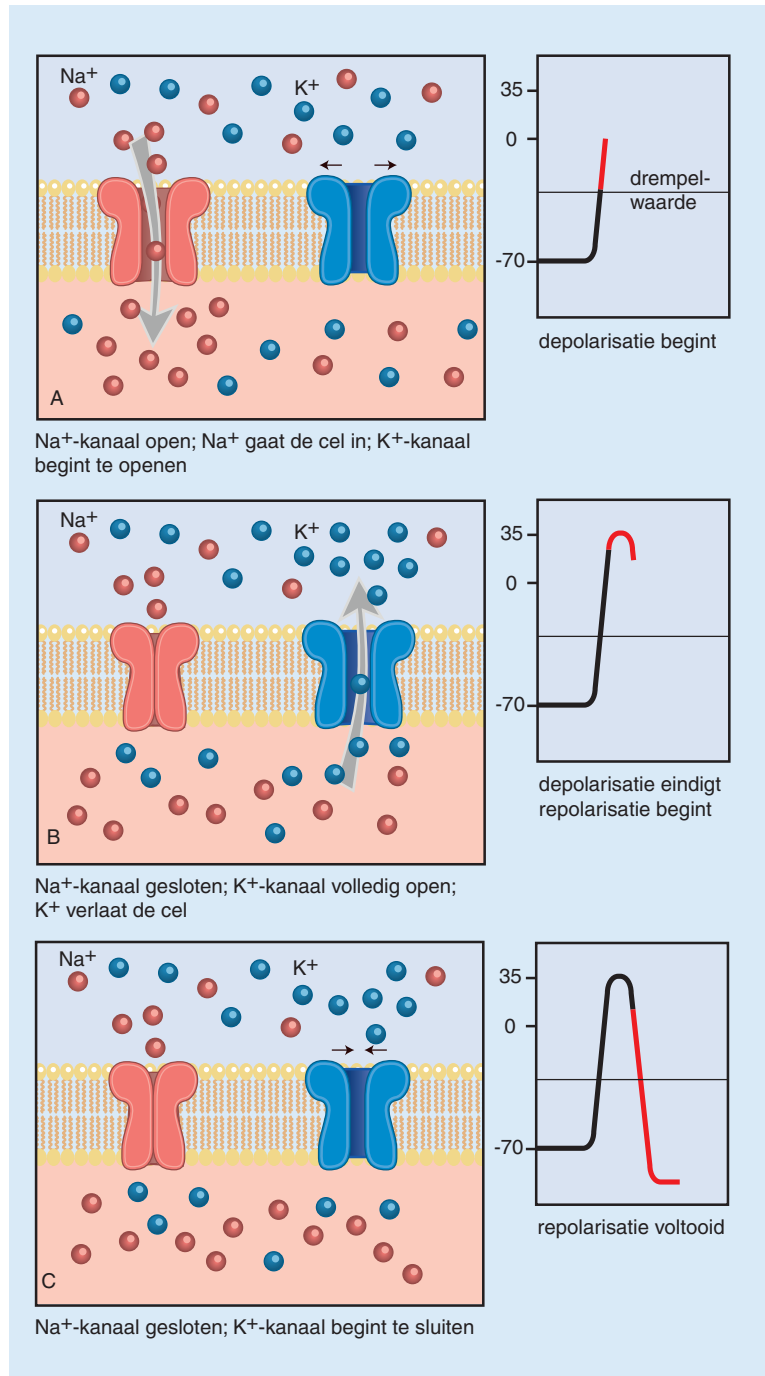


Intermezzo 1.2

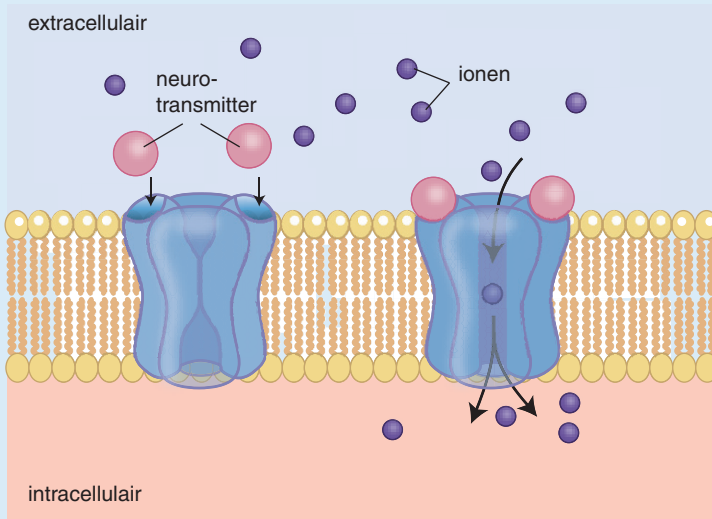
Ionenkanalen zijn van groot belang bij het ontstaan, de voortgeleiding en de overdracht van zenuwimpuls. Activatie van deze receptoren kan geschieden door een elektrische prikkel (voltage-gated kanalen) of door een neurotransmitter (ligand-gated kanalen). Bij activatie gaat het kanaal open en worden ionen doorgelaten die een depolarisatie van de celmembran veroorzaken.

Voltage-gated ionenkanalen zijn onder andere de snelle natriumkanalen en de calciumkanalen, die betrokken zijn bij de vorming van prikkels in het hart en bij de voortgeleiding van prikkels in de zenuwvezels.

Figuur 1.1.2 A-C



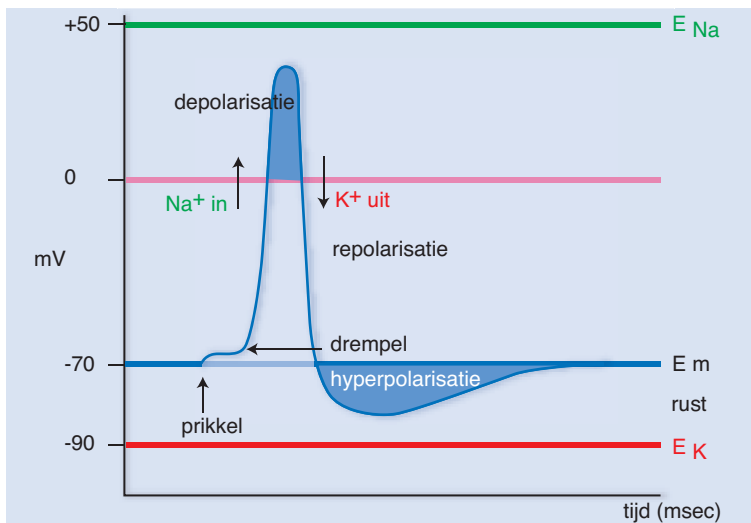
Voorbeelden van ligand-gated ionenkanalen zijn onder andere acetylcholinereceptoren, glutamaatreceptoren en GABA-receptoren.



Figuur 1.1.3

De instroom van natriumionen verstoort het elektrisch evenwicht, waardoor lokaal depolarisatie optreedt en er ook kaliumionen naar buiten kunnen gaan. Hierdoor wordt het evenwicht tussen anionen en kationen hersteld (repolarisatie). Tijdens de depolarisatie en het begin van de repolarisatie kan geen nieuwe depolarisatie optreden (refractaire periode).

Als de lokale depolarisatie gering is, keert de evenwichtssituatie snel terug (figuur 1.6). Pas als de lokale depolarisatie een bepaalde drempel-



Figuur 1.6
De actiepotentiaal.

waarde bereikt (circa -50 mV), treedt een actiepotentiaal op. Er is dus sprake van een 'alles of niets-effect'.

De hoogte van de drempelwaarde voor het optreden van een actiepotentiaal wordt bepaald door allerlei factoren, zoals de duur en sterkte van de depolariserende stimulus en de status van de receptor. Hierdoor worden de voltage-gated natriumkanalen geopend, zodat instroom van natrium plaatsvindt en de polariteit van de membraan omkeert.

De natriumkanalen blijven slechts ongeveer één milliseconde open, waarna ze weer sluiten. De kaliumkanalen zijn dan nog steeds open, en uitstroom van kalium via voltage-gated kaliumkanalen herstelt het elektrisch evenwicht. Er treedt zelfs hyperpolarisatie op. De voltage-gated kaliumkanalen worden dan gesloten en door de natrium-kaliumpomp wordt de uitgangssituatie hersteld. Het aantal natrium- en kaliumionen dat moet worden verplaatst om een actiepotentiaal op te wekken is slechts zeer gering.

1.2.3 Prikkelgeleiding en -overdracht

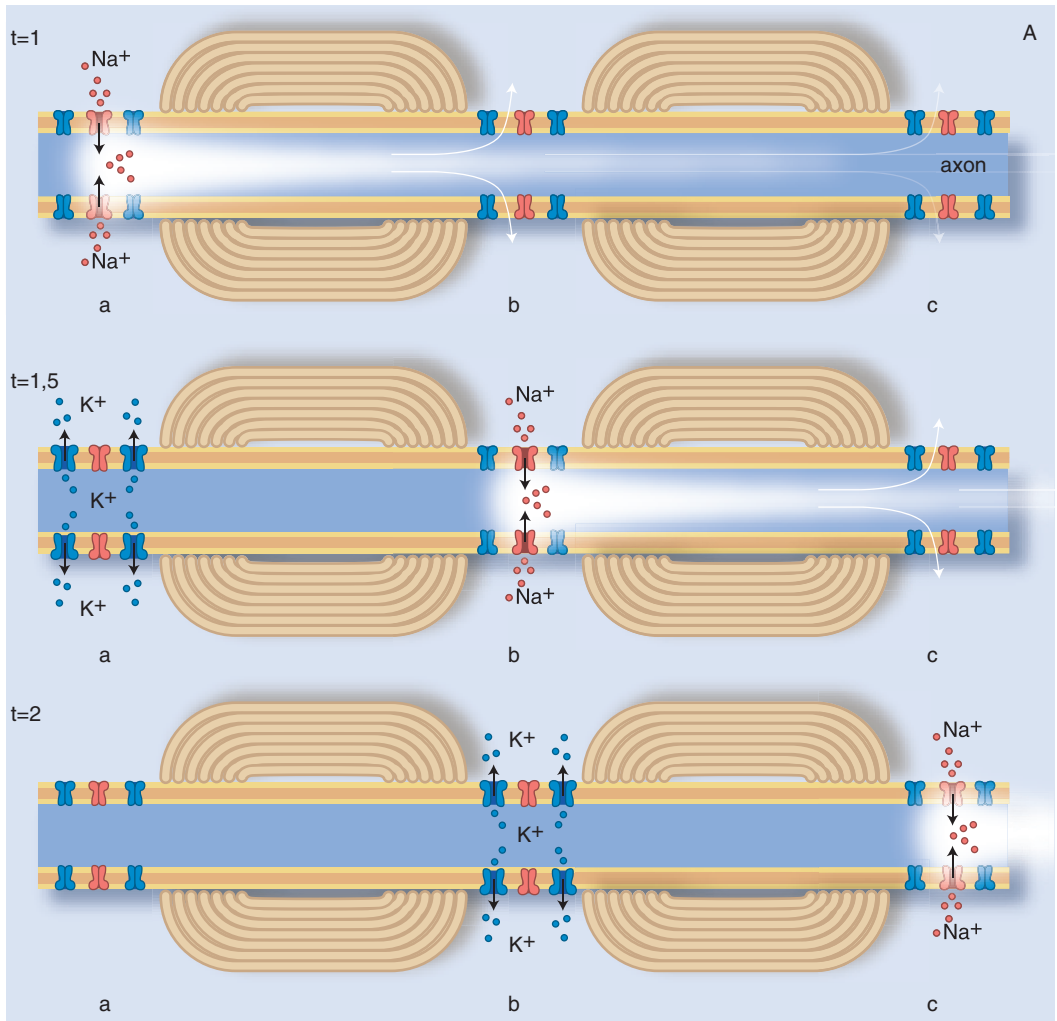
Nadat een stimulus is omgezet in een actiepotentiaal, moet de actiepotentiaal langs de zenuw worden voortgeleid. Dit gebeurt door opeenvolgende depolarisaties langs de membraan, die worden geïnitieerd door activatie van snelle natriumkanalen. Bij gemyeliniseerde zenuwen zijn er alleen natriumkanalen op plaatsen waar geen myelineschede aanwezig is: de knopen van Ranvier. Hierdoor vindt een springende (saltatoire) geleiding plaats. In ongemyeliniseerde vezels is de geleiding continu (figuur 1.7).

Omdat het sensorische zenuwstelsel uit drie opeenvolgende neuronen bestaat, moet de prikkel van de ene zenuwcel op de andere worden overgedragen. Deze overdracht vindt plaats in synapsen door middel van een neurotransmitter. De neurotransmitter wordt presynaptisch afgegeven en activeert postsynaptische receptoren. De postsynaptische receptoren bestaan uit ionenkanalen die zich bij activatie openen, waardoor depolarisatie van de celmembraan plaatsvindt en zich opnieuw een elektrische prikkel vormt die langs de vezel wordt voortgeleid.

1.2.4 Modulatie van de prikkel

Op de plaatsen waar schakelingen van zenuwimpulsen plaatsvinden, kan de prikkel versterkt of gedempt worden. Dit wordt neuromodulatie genoemd. Deze neuromodulatie kan perifeer en in schakelstations in het centrale zenuwstelsel plaatsvinden.

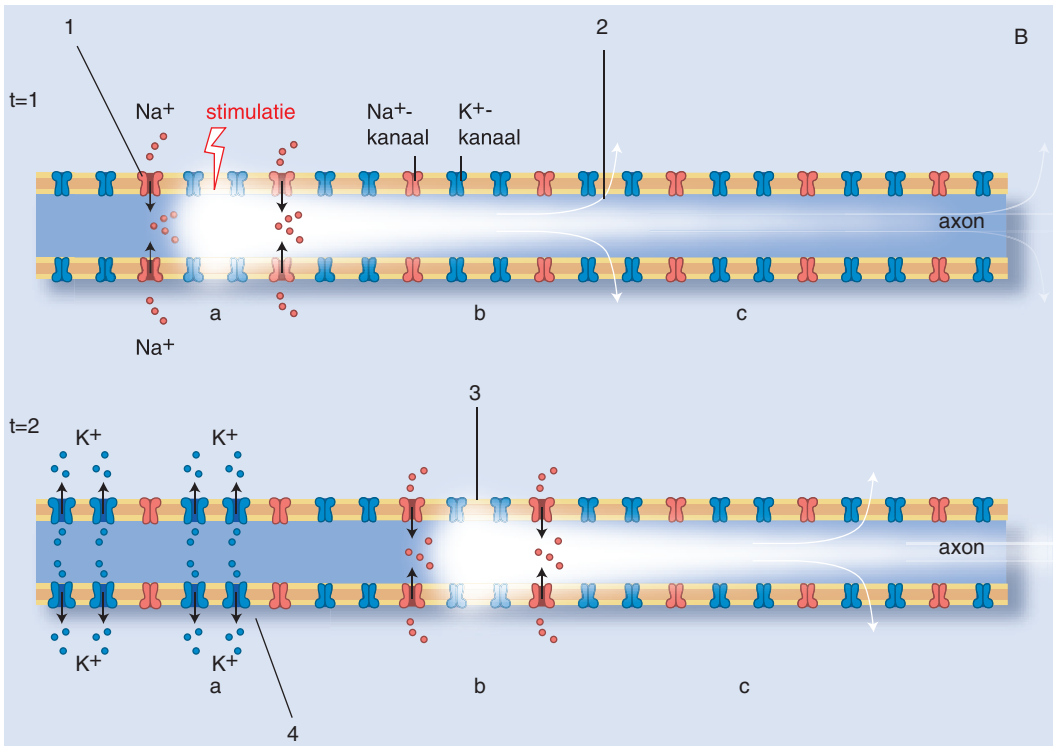
Een van de meest voorkomende vormen van neuromodulatie is beïnvloeding van de voltage-gated natriumkanalen die bij de vorming en de voortgeleiding van de actiepotentialen zijn betrokken. Excitatoire neurotransmitters leiden tot een verlaging van de rustpotentiaal (hypopolarisatie). Het gevolg is een gemakkelijker bereiken van de drempelwaarde waardoor sneller een actiepotentiaal kan optreden. Inhibitoren veroorzaken alleen het openen van kaliumkanalen, waardoor hyper-



polarisatie van de membraan optreedt en een actiepotentiaal moeilijker kan ontstaan. Door deze mechanismen wordt de transmissie van stimuli beïnvloed. Het vrijmaken van neurotransmitters kan ook via presynaptische receptoren worden beïnvloed. Bij deze systemen zijn vele receptoren betrokken. Meestal gaat het daarbij om selectieve ionenkanalen (zie intermezzo 1.3).

Modulatie van prikkelgeleiding vindt ook plaats door cellulaire second messengers. Een voorbeeld hiervan is prostaglandine E_2 , dat vrijkomt bij weefselbeschadiging. Via een G-proteïne (proteïnekinase A) gekoppelde receptor verhoogt prostaglandine E_2 de sensorische transductie. Hierdoor vergemakkelijkt de instroom van natrium en de uitstroom van kalium, zodat de elektrische lading over de membraan verandert en de zenuwcel prikkelbaarder wordt. Dit heeft tot gevolg dat een nociceptieve prikkel gemakkelijker wordt voortgeleid. Er is dus sprake van een lokaal verster-

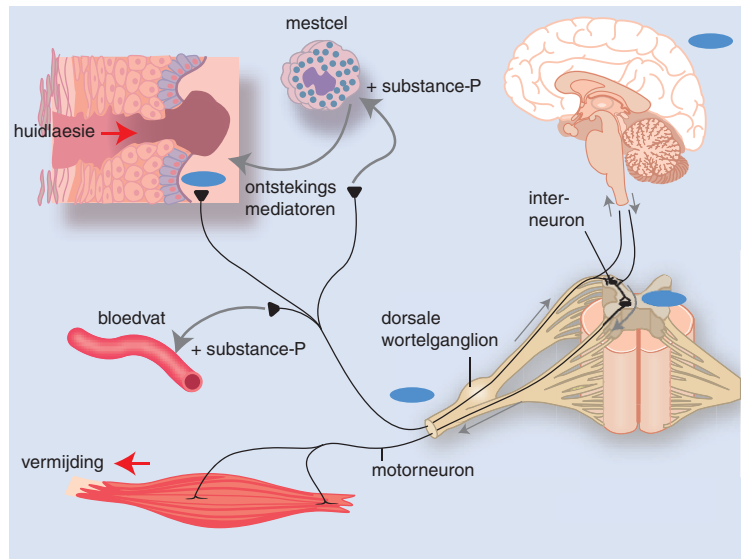
Figuur 1.7A
Saltatoire geleiding.



Figuur 1.7B
Continue geleiding.

kingssysteem. Anderzijds zijn er afferente vezels die juist een dempende werking op de transductie hebben. Zo verhoogt activatie van μ -receptoren (opioïden) de prikkeldempel, waardoor de transmissie negatief wordt gemoduleerd. Farmacologische pijnbehandeling grijpt vaak op deze modulatiesystemen aan (figuur 1.8).

Figuur 1.8
Aangrijpingspunt
analgetica



1.3 Perceptie van pijn

Bewustzijn is noodzakelijk voor de gewaarwording van pijn. De nociceptieve prikkels bereiken uiteindelijk de primaire sensorische cortex, waardoor pijn wordt ervaren en een fysiologische respons wordt opgewekt. Pijn leidt tot het vrijkomen van hormonen, zoals cortisol en catecholaminen, waardoor het katabolisme wordt gestimuleerd. Ook nemen ademhaling en bloedsomloop toe. Door overdracht van de prikkel op het limbische systeem ontstaan angst en emotie.

Er bestaan grote verschillen in pijnperceptie tussen mannen en vrouwen. Vrouwen hebben een lagere pijndrempel en een lagere tolerantie voor nociceptieve stimuli dan mannen. Daarnaast zijn er grote sociaal-culturele verschillen in de pijnvaring: de ene patiënt ervaart geen pijn, terwijl een ander het bij dezelfde prikkel uitschreeuwt van de pijn.

De emotionele toestand van de patiënt en omgevingsfactoren spelen een belangrijke rol bij de beleving van de pijn. Zo hebben angst en opwinding een grote invloed op de beleving van pijn. Angst mobiliseert het organisme om in actie te komen en daarmee een dreigende schade te laten afnemen of te verhinderen. Als gevolg hiervan treedt door angst een hypoalgesie op. Opwinding heeft het tegengestelde effect.

Geurstoffen hebben een grote invloed op de gemoedstoestand; deze invloed is veel groter dan de invloed van muziek die in de tandartsenpraktijk vaak wordt toegepast om de pijnsensatie te beïnvloeden. Ook treedt de invloed van geurstoffen sneller op dan die van geluid of van visuele prikkels. Recent is aangetoond dat geurstoffen via gemoedsverandering inderdaad een snelle en positieve invloed hebben op de beleving van pijn.

1.4 Nociceptie in het orofaciale gebied

Het proces van transductie, transmissie, modulatie en perceptie speelt zich ook in het hoofd-halsgebied af. Pijn in gebitselementen wordt veroorzaakt door prikkeling van polymodale nociceptoren in de pulpa die reageren op mechanische en thermische activatie. De intensiteit van de pijn wordt bepaald door de frequentie van prikkeling van de sensoren en door het aantal zenuwvezels dat wordt geëxciteerd. Temperatuurstimulaties geven via A δ -vezels onmiddellijk pijnreacties. Bij mechanische prikkeling van een gebitselement beweegt vloeistof in de pulpa, waardoor de vorm van de zenuwmembraan verandert en langzaam een prikkel wordt opgewekt (via C-vezels). Bij toediening van koude dooft de prikkel na enige tijd uit, omdat door vasoconstrictie zuurstofgebrek van de zenuw optreedt. Elektrische stimulatie veroorzaakt ionentransport, met stimulatie van de zenuwuiteinden als gevolg. Hetzelfde proces treedt op bij osmotische stimulatie, bijvoorbeeld door suiker en zout. Chemische ontstekingsfactoren veroorzaken prikkeling van de nociceptoren op de C-vezels in de pulpa. In het periodontium en in de pulpa van gebitselementen zijn substance-P, calcitonine gene-related peptide en neurokinine A aangetoond.

In pijnlijke gebits-elementen is de concentratie van deze ontstekingsmediatoren verhoogd. Ze komen bij prikkeling vrij uit de zenuwvezeluiteinden en activeren de nociceptoren. De prikkels worden dus voortgeleid door primaire A δ - en C-vezels in voornamelijk de nervus trigeminus. Zij synapteren in het ganglion Gasseri op secundaire vezels die naar de trigeminuskernen in de hersenstam gaan. Van daaruit wordt op de thalamus en de hersenschors geprojecteerd.

De secundaire C-vezels eindigen in het meest caudale deel van de ventrobasale thalamus om van daaruit naar de nucleus intralaminaris van de thalamus te gaan (vormen activerend deel van de formatio reticularis) en te projecteren op de cerebrale cortex en de hypothalamus. De secundaire A δ -vezels termineren in de nucleus caudalis en activeren van daaruit eveneens de pijnbanen naar het meest caudale deel van de ventrobasale thalamus. Van daaruit gaan de tertiaire banen naar andere delen van de thalamus en de somatosensorische cortex.

Intermezzo 1.3 Modulatie van nociceptieve prikkels

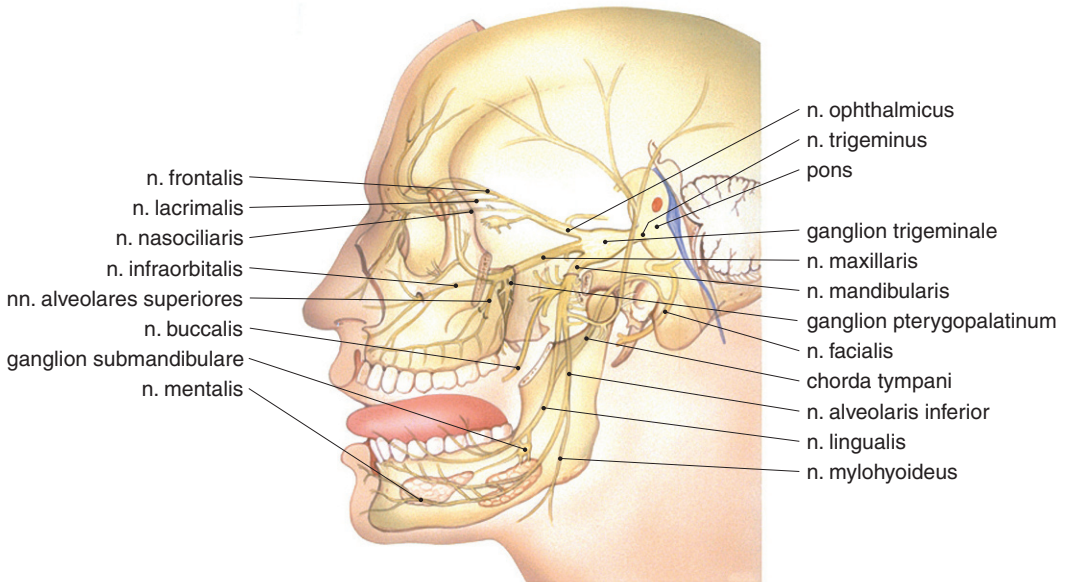
Bij de verwerking van nociceptieve stimuli zijn verschillende ionenkanalen betrokken. Ze zijn onder andere aanwezig in de perifere uiteinden betrokken bij de perceptie van de stimulus en moduleren daar de prikkelbaarheid: hittegevoelige ionenkanalen (vanilloïdreceptoren, VR₁), zuurgevoelige kanalen (proton-geactiveerde receptoren) en purinegevoelige ionenkanalen (P₂X-receptoren). Daarnaast zijn er voltage-gated receptoren die vooral natrium of kalium doorlaten en ligand-gated kanalen, die voornamelijk op de release van neurotransmitters inwerken.

De neurotransmitters worden in grote hoeveelheden afgegeven door het presynaptische zenuwuiteinde en zijn in staat om de polariteit van zenuwmembranen te veranderen door ionenkanalen te openen. Hierdoor ontstaat een postsynaptische potentiaal, die afhankelijk van de aard een depolarisatie (excitatoire postsynaptische potentiaal) of een hyperpolarisatie (inhibitoire postsynaptische potentiaal) van de membraan veroorzaakt. Als neurotransmitters kationenkanalen openen, gaat het om excitatie van de zenuw (depolarisatie), als ze anionenkanalen openen om inhibitie (hyperpolarisatie). De belangrijkste excitatoire neurotransmitter in de nociceptoren is glutamaat. In peptiderge vezels speelt substance-P een belangrijke rol. Neuropeptiden zijn niet alleen neurotransmitter in de koppeling naar spinale nociceptieve neuronen en autonome ganglia, maar zorgen ook voor vasodilatatie, contractie van gladde spieren, vrijmaking van histamine uit mestcellen, chemotactie van neutrofiële granulocyten en proliferatie van T-lymfocyten en fibroblasten.

Anatomie van de nervus trigeminus

T.M.G.J. van Eijden

De n. trigeminus is de vijfde hersenzenuw (n. V) en speelt, samen met andere hersen- en ruggenmergzenuwen, een belangrijke rol bij de innervatie van het hoofd-halsgebied. Kennis van de anatomie van deze zenuw is van groot belang voor het correct toedienen van lokale anesthesie.



2.1 Inleiding

De n. trigeminus bevat een groot aantal sensibele (afferente) en motorische (efferente) vezels. De sensibele vezels vervoeren prikkels naar het centrale zenuwstelsel (CZS) toe, de motorische vezels vervoeren prikkels van het CZS af. De n. trigeminus heeft een uitgebreid innervatiegebied (figuur 2.1). De zenuw verzorgt de sensibiliteit van de gebitselementen en van de slijmvliezen van mond, neus en neusbijholten. Daarnaast verzorgt de zenuw de sensibiliteit van de huid van het gelaat en de motoriek van de

Figuur 2.1

Overzicht van de n. trigeminus van lateraal gezien.

kauwspieren. Hoewel de n. trigeminus de belangrijkste zenuw is voor de sensibele en de motoriek van het orale systeem, zijn hiervoor ook de n. facialis (n. VII), n. glossopharyngeus (n. IX), n. vagus (n. X), n. accessorius (n. XI) en n. hypoglossus (n. XII) van betekenis. Zo vervoeren bijvoorbeeld de n. VII, n. IX en n. X smaakprikkelers, verzorgen de n. IX en n. X de druk-, aanrakings- en pijnzin van de pharynx, het palatum molle en het achterste deel van de tong, en is de n. XII verantwoordelijk voor de motorische innervatie van de tong. Hoewel laatstgenoemde zenuwen dus een belangrijke rol spelen bij de innervatie van de mond, komen ze in het kader van dit boek slechts zijdelings aan de orde.

2.2 Centrale deel van de nervus trigeminus

2.2.1 Oorsprong

De n. trigeminus ontspringt in het midden van de pons, lateraal uit de hersenstam. De zenuw bestaat hier uit twee delen: de sensibele vezels vormen de dikke radix sensoria (portio major) en de motorische vezels de dunnere radix motoria (portio minor). De zenuwwortels richten zich naar de voorzijde van het rotsbeen, waar in een ondiepe groeve het grote sensibele ganglion trigeminale (= ganglion semilunare Gasseri) in een aparte duraruimte ligt.

Het ganglion trigeminale wordt gevormd door de opeenhoping van cellen van de sensibele neuronen. Vanuit het ganglion worden de drie hoofdtakken van de n. trigeminus afgegeven: de n. ophthalmicus (V_1), de n. maxillaris (V_2) en de n. mandibularis (V_3). De radix motoria voegt zich eigenlijk pas bij de n. mandibularis nadat deze laatste de schedel via het foramen ovale heeft verlaten. De sensibele (eenzijdige) verzorgingsgebieden van de drie hoofdtakken zijn globaal als volgt:

- De n. ophthalmicus innerveert de huid van het voorhoofd, de bovenoogleden en de neusrug.
- De n. maxillaris innerveert de huid van het middelste deel van het aangezicht, van de zijkant van de neus en van het onderooglid, de bovenkaak met gebitselementen, het slijmvlies van de bovenlip, het palatum en de sinus maxillaris.
- De n. mandibularis innerveert de huid van het onderste deel van het aangezicht, de onderkaak met gebitselementen, het slijmvlies van de onderlip en wangen en van de mondbodem, een deel van de tong en een deel van het uitwendige oor.

Van alle gebieden die de n. trigeminus innerveert is de mondholte het rijkst voorzien van sensibele neuronen. Zo is het aantal sensibele neuronen per oppervlak in de mond veel groter dan in alle andere gebieden, bijvoorbeeld in de huid van het gelaat. In de mondholte is er ook een verschil in innervatiedichtheid. Deze neemt van achteren naar voren toe.

De meeste neuronen van het ganglion trigeminale zijn van het pseudounipolaire type. Dat wil zeggen dat elk neuron in het ganglion een perifere

en een centrale uitloper heeft. De perifere uitloper is relatief lang en geleidt de prikkels afkomstig uit sensibele receptoren (intermezzo 2.1). De centrale uitloper is kort, gaat de pons binnen en synapteert met de in de hersenstam gelegen sensibele trigeminuskern. De proprioceptieve vezels in het ganglion trigeminale vormen een uitzondering. Hun cellichamen liggen niet in dit ganglion, maar in de mesencefale kern (nucleus mesencephalicus) van de n. trigeminus. De proprioceptieve vezels bevinden zich in de motorische tak van de n. trigeminus en geleiden prikkels uit onder andere spierspoeltjes van de kauwspieren.

Intermezzo 2.1 Receptoren

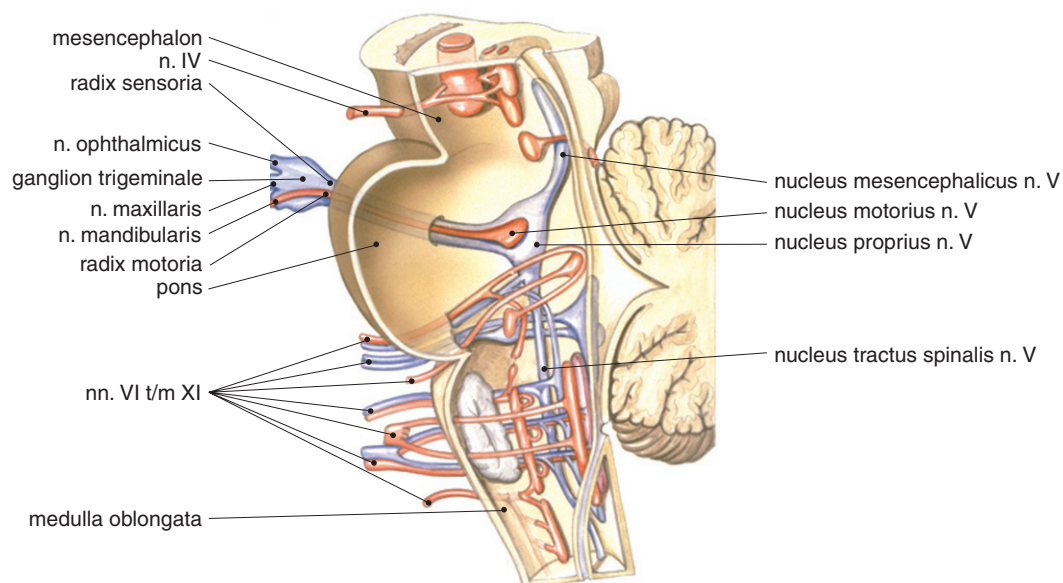
Sensibele vezels zijn in staat prikkels uit de buitenwereld en uit het lichaam zelf op te nemen. Hierbij fungeren de uiteinden van de vezels zelf als receptor of zijn er speciale receptoren (bijvoorbeeld smaakreceptoren, spierspoeltjes). Er bestaan verschillende typen receptoren. Elk type is het meest gevoelig voor één bepaalde prikkel. Zo zijn er bijvoorbeeld mechanoreceptoren (reageren op aanraking en lichte druk), thermoreceptoren (reageren op temperatuur) en nociceptoren (reageren op beschadiging). De nociceptoren staan in dienst van de pijnzin. Verder zijn er ook zogenaamde proprioceptoren. Deze worden onder meer aangetroffen in spieren (spierspoeltjes en peeslichaampjes) en in het kapsel van gewrichten. Ze geven informatie over bijvoorbeeld de positie van de kaak en de snelheid en richting van bewegen. Deze vorm van sensibele receptoren wordt proprioceptieve sensibele receptoren genoemd. In de huid van het aangezicht en de lippen, in de mucosa van de mondholte en tong, in de gebitselementen en het parodontium en in de kauwspieren en het kaakgewricht bevindt zich een groot aantal receptoren.

Het ganglion trigeminale heeft somatotopie. Dit wil zeggen dat de neuronen in het ganglion in dezelfde volgorde gerangschikt zijn als de gebieden die door de drie hoofdtakken van de n. trigeminus worden geïnnerd. De cellichamen van de n. ophthalmicus liggen mediaal in het ganglion gegroepeerd, die van de n. mandibularis lateraal, terwijl de cellichamen van de n. maxillaris tussen de beide celgroepen in liggen.

2.2.2 Trigeminuskernen

Binnen de hersenstam heeft de n. trigeminus een sensibel en een motorisch kerngebied (figuur 2.2). Het sensibele kerngebied ligt lateraal en de meeste sensibele neuronen van de n. trigeminus maken contact (synapteren) met de in de kern gelegen neuronen. Het kerngebied vormt een langgerekte kolom die zich uitstrekt van het mesencephalon tot in de medulla spinalis, en bestaat uit de nucleus mesencephalicus, de nucleus proprius en de nucleus tractus spinalis.

In de nucleus mesencephalicus wordt proprioceptieve informatie uit

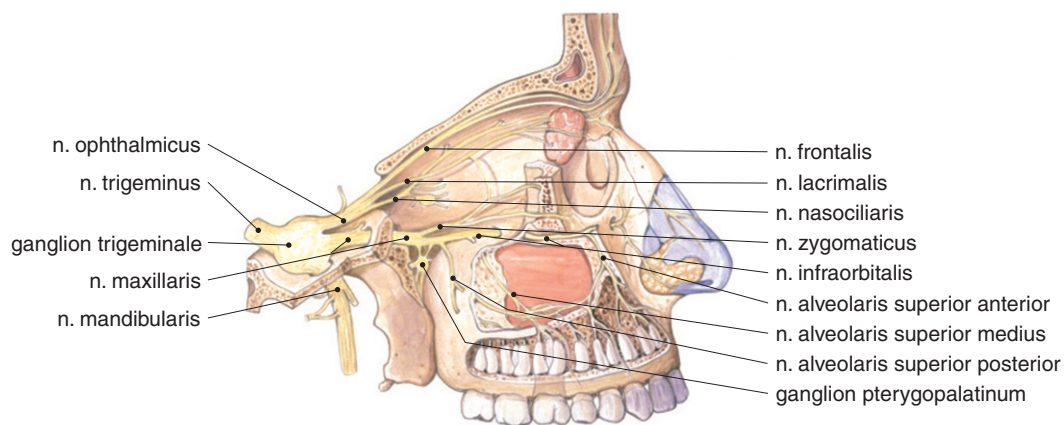


Figuur 2.2

De motorische en sensibele kernen van de derde tot de twaalfde hersenzenuw in de hersenstam van lateraal gezien. De sensibele kernen zijn blauw weergegeven, de motorische kernen rood.

onder meer de kauwspieren verwerkt, de nucleus proprius ontvangt voornamelijk aanrakings- en drukimpulsen van het gehele orale gebied, terwijl de nucleus tractus spinalis informatie ontvangt over pijn, temperatuur en druk uit het gehele trigeminusgebied. Via opstijgende banen wordt alle informatie die binnenkomt via de sensibele trigeminuskernen in onder andere de thalamus verder verwerkt en geïntegreerd, waarna de informatie wordt doorgezonden naar bepaalde schorsgebieden van de grote hersenen, waar de gewaarwording plaatsvindt.

De motorische neuronen van de n. trigeminus liggen gegroepeerd in een eigen motorische kern die mediaal van de sensibele kern midden in de pons ligt. De uitlopers van deze motorneuronen lopen onder meer naar de kauwspieren. Zoals hiervoor beschreven passeren deze uitlopers als een zelfstandige bundel (radix motoria) het ganglion trigeminale, zonder hierin te synapteren. Net als de motorneuronen in het ruggenmerg worden de motorneuronen in de motorische trigeminuskern rechtstreeks, via de tractus corticobulbaris, gestimuleerd vanuit de contralaterale cerebrale cortex. Binnen de motorische kern bestaat een grote mate van somatotopie. De motorneuronen die de verschillende spieren innervieren, liggen in groepen bijeen. Via vezels die van de nucleus mesencephalicus afkomstig zijn, krijgt de motorische trigeminuskern proprioceptieve informatie uit kauwspieren, kaakgewricht en parodontium.



2.3 Perifere deel van de nervus trigeminus

2.3.1 Nervus ophthalmicus

De n. ophthalmicus (V_1) loopt naar de orbita (figuur 2.3). Deze zenuw is volledig sensibel en vlak voordat hij via de fissura orbitalis superior de orbita binnengaat, splitst hij zich in drie takken: de n. nasociliaris, de n. frontalis en de n. lacrimalis. Deze zijn betrokken bij de sensibele innervatie van een groot aantal structuren, zoals de mucosa van de sinus sphenoidalis en sinus ethmoidalis, de mucosa van het voorste deel van de neusholte, de huid van de neusrug, de huid van het bovenooglid en het voorhoofd, en het slijmvlies dat de oogbol en de binnenkant van de oogleden bekleedt.

2.3.2 Nervus maxillaris

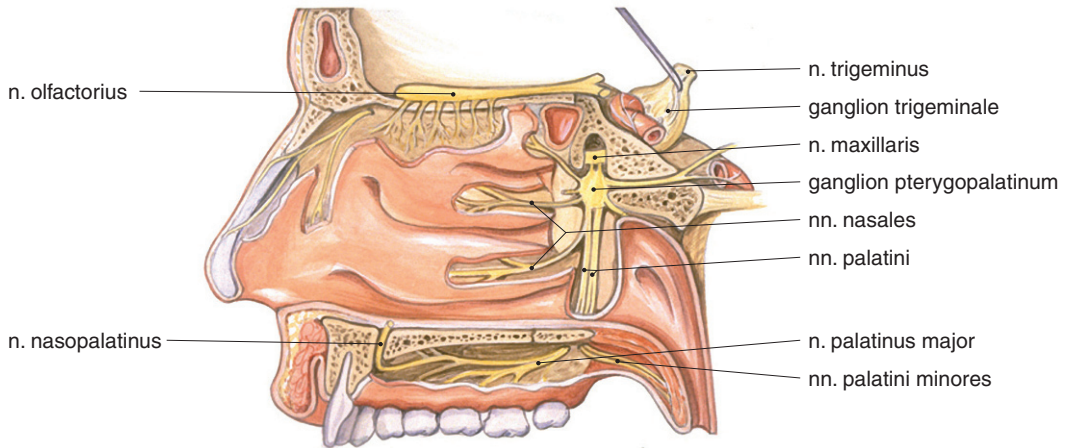
Ook de n. maxillaris (V_2) is louter sensibel. Hij komt in de fossa pterygopalatina (zie par. 2.4.1) via het foramen rotundum (figuur 2.3). Hij bereikt door de fissura orbitalis inferior de bodem van de orbita en loopt daar verder als n. infraorbitalis, eerst in de sulcus infraorbitalis en dan in de canalis infraorbitalis. Vervolgens bereikt hij het gelaat via het foramen infraorbitale.

In de fossa pterygopalatina is de n. maxillaris via een aantal takken met de bovenzijde van het parasympathische ganglion pterygopalatinum verbonden. In deze takken lopen sensibele vezels die het ganglion aan de onderkant weer verlaten (figuur 2.4 en 2.5). Deze sensibele vezels vormen onder meer de volgende zenuwen:

- De nn. nasales en n. nasopalatinus die door het foramen sphenopalatinum naar de mucosa van de neus gaan. De nn. nasales innervieren het slijmvlies achter in de neus. De n. nasopalatinus, die over het neusseptum naar voren loopt en door de canalis incisivus de mondholte bereikt, innerveert het slijmvlies van het voorste deel van het palatum en de palatinale gingiva van de bovenincisieven.

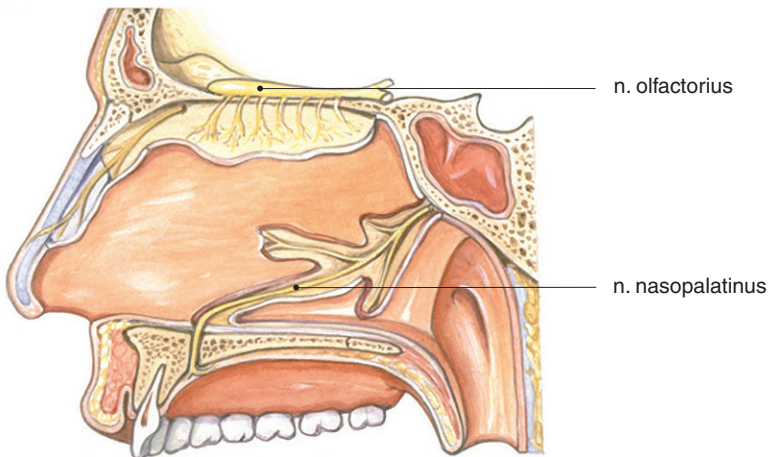
Figuur 2.3

De n. ophthalmicus en de n. maxillaris van lateraal gezien.



Figuur 2.4

De n. maxillaris van mediaal gezien.



Figuur 2.5

Het verloop van de n. nasopalatinus over het neusseptum.

- De n. palatinus major die via de canalis palatinus major naar de mucosa van het palatum durum en de palatinale gingiva van de processus alveolaris superior gaat.
- De nn. palatini minores die via de canales palatini minores naar het palatum molle gaan.

Met de nn. palatini lopen ook parasymphatische en orthosymphatische vezels uit het ganglion pterygopalatinum naar speekselklieren in het gehemelte-slijmvlies.

In de fossa pterygopalatina geeft de n. maxillaris ook de n. alveolaris superior posterior en de n. zygomaticus af (figuur 2.3). De n. alveolaris

superior posterior verlaat de fossa pterygopalatina door de fissura pterygomaxillaris en loopt over de tuber maxillae. De zenuw splitst zich in een groot aantal takjes, de rami alveolares superiores posteriores, die via kleine openingen de wand van de maxilla betreden en de bovenmolaren en bijbehorende vestibulaire gingiva innervieren. De n. zygomaticus komt via de fissura orbitalis inferior in de orbita en splitst zich daar in een n. zygomaticotemporalis en n. zygomaticofacialis. Deze verlaten de laterale orbitawand via kleine kanaaltjes in het os zygomaticum en zorgen voor de sensibele innervatie van de bovenliggende huid. De n. zygomaticus bevat ook postsynaptische parasymphatische vezels die afkomstig zijn van het ganglion pterygopalatinum en zich bij de n. lacrimalis (tak van de n. V₁) voegen voor de traanklier.

Tijdens het verloop in de orbitabodem geeft de n. infraorbitalis twee takken af: de n. alveolaris superior medius, voor innervatie van de premolaren in de bovenkaak en de bijbehorende vestibulaire gingiva, en de n. alveolaris superior anterior, voor de cuspidaat en incisieven van de bovenkaak en de bijbehorende vestibulaire gingiva. Deze zenuwen lopen aanvankelijk meestal tussen de mucosa en de buitenwand van de sinus maxillaris. Ze splitsen zich daar in een aantal takjes, de rami alveolares superiores media en anteriores, die via kleine openingen het kaakbot van de maxilla binnendringen. In de processus alveolaris vormen ze vlak boven de apices een uitgebreid zenuwnetwerk, plexus dentalis, waar vandaan weer korte takjes worden afgegeven naar gebitselementen en gingiva.

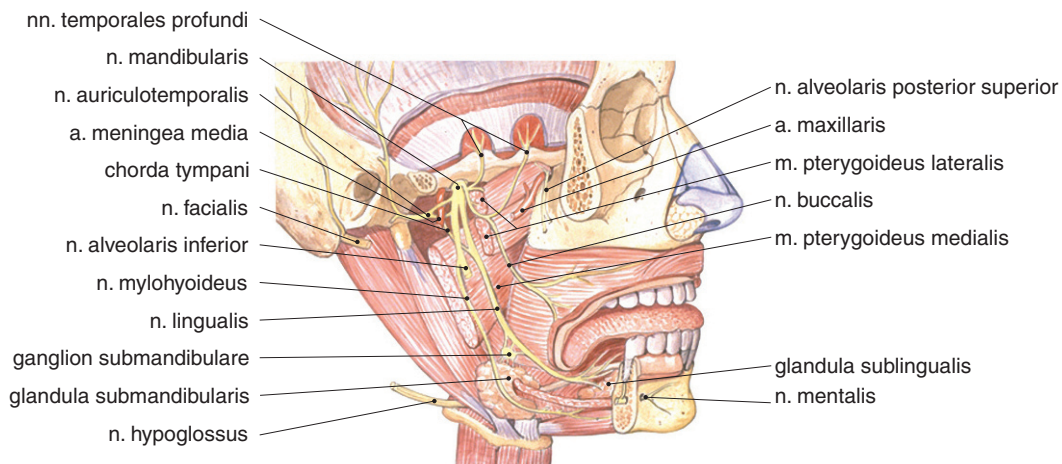
Nadat de n. infraorbitalis via het foramen infraorbitale het gelaat heeft bereikt, splitst hij zich in een groot aantal eindtakken voor de sensibele innervatie van de huid van het onderooglid (rami palpebrales), de regio infraorbitalis, de zijkant van de neus (rami nasales) en de huid en mucosa van de bovenlip (rami labiales).

2.3.3 Nervus mandibularis

De n. mandibularis (V₃) bevat naast sensibele ook motorische vezels. Deze zenuw verlaat de schedel door het foramen ovale en komt dan in de fossa infratemporalis (zie par. 2.4.2) terecht (figuur 2.6). De n. mandibularis ligt vlak onder het foramen tussen de m. pterygoideus lateralis en de m. tensor veli palatini. Aan deze laatste spier geeft hij meteen een motorisch takje af.

De n. mandibularis splitst zich in twee hoofdstammen, de truncus anterior en de truncus posterior. Uit de truncus anterior komt een sensibele tak, de n. buccalis, en een aantal motorische takken, namelijk de nn. pterygoidei, de nn. temporales profundi en de n. massetericus. Uit de truncus posterior komen drie takken: de sensibele n. auriculotemporalis, de gemengd sensibel-motorische n. alveolaris inferior en de sensibele n. lingualis.

De n. buccalis loopt eerst mediaal van het caput superius van de m. pterygoideus lateralis en komt dan naar lateraal tussen de beide koppen van de spier. De zenuw innerveert de huid en de mucosa van de wang en de vestibulaire gingiva van de processus alveolaris inferior ter hoogte van de molaren en premolaren.



Figuur 2.6

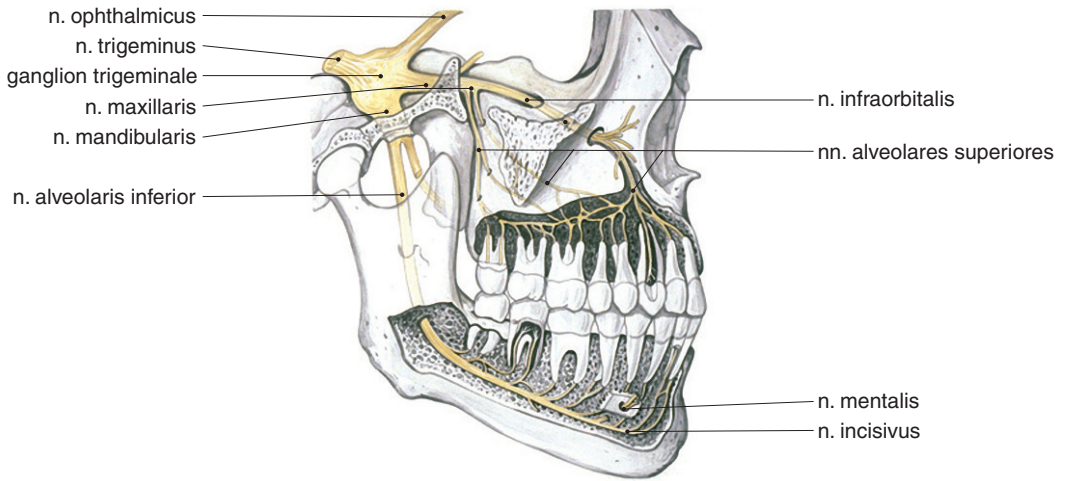
De n. mandibularis van lateraal gezien.

De nn. pterygoidei zijn korte spiertakken voor de m. pterygoideus medialis en lateralis. De n. massetericus loopt langs de bovenkant van het caput superius van de m. pterygoideus lateralis naar lateraal en bereikt het diepe oppervlak van de m. masseter via de incisura mandibulae. De nn. temporales profundi lopen ook boven langs de m. pterygoideus lateralis naar lateraal en dringen dan de mediale zijde van de m. temporalis binnen.

De n. auriculotemporalis ontspringt met twee radices om de a. meningea media. De zenuw loopt eerst naar lateraal, achter langs het collum mandibulae, en buigt dan voor het oor naar boven. Hij is betrokken bij de sensibele innervatie van het kaakgewricht en innerveert de huid van de slaap- en oorstreek. De zenuw bevat ook postganglionaire parasymptische vezels voor de glandula parotis, afkomstig van het ganglion oticum. Dit parasymptische ganglion ligt tussen de n. mandibularis en de m. tensor veli palatini.

De n. alveolaris inferior bevat bij zijn oorsprong motorische en sensibele vezels. Hij loopt aanvankelijk mediaal van de m. pterygoideus lateralis en richt zich vanaf de onderrand van deze spier naar het foramen mandibulae. Vlak voordat hij de canalis mandibulae binnengaat geeft hij de motorische n. mylohyoideus af voor de m. mylohyoideus en de voorste buik van de m. digastricus. In de canalis mandibulae is de n. alveolaris inferior zuiver sensibel. Hier wordt onder de apices een netwerk, plexus dentalis, gevormd waaruit takjes komen voor de gebitselementen en de gingiva van de processus alveolaris inferior (figuur 2.7). Aan de voorzijde van de kaak geeft de n. alveolaris inferior de n. mentalis af. Deze loopt via het foramen mentale naar de kin en innerveert de huid van de kin, de huid en mucosa van de onderlip en de vestibulaire gingiva van de processus alveolaris inferior ter hoogte van incisieven en cuspidaat. Het laatste traject van de n. alveolaris inferior binnen de canalis mandibulae dat in de richting van de symphysis loopt, wordt vaak benoemd als aparte zenuw, de n. incisivus.

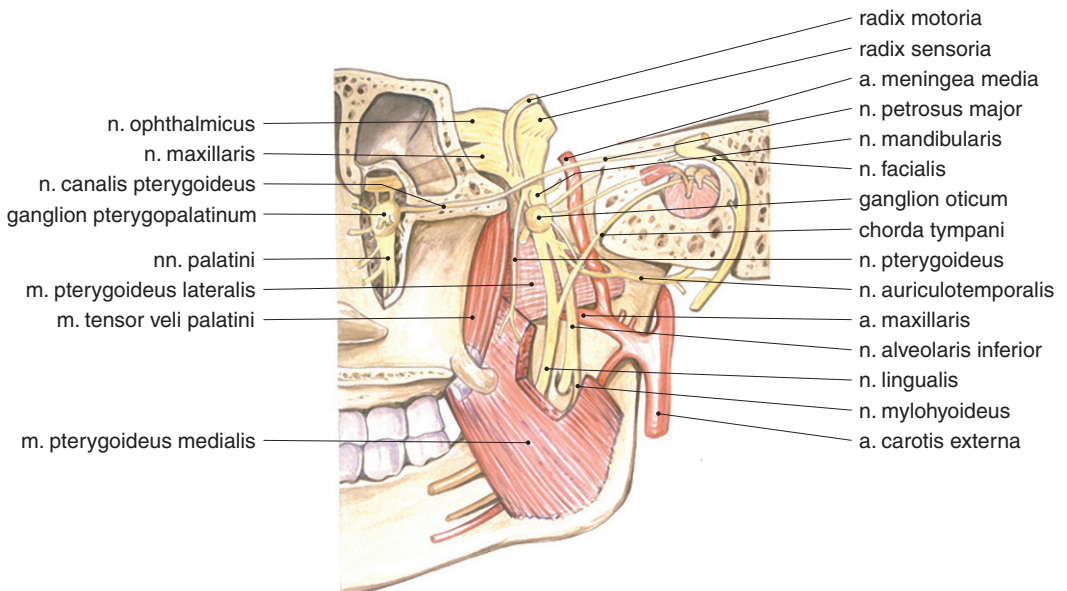
De n. lingualis neemt direct na zijn ontspringen de chorda tympani op (figuur 2.8). Dit is een tak van de n. facialis met presynaptische parasym-



pathische vezels afkomstig uit de hersenstam en sensibele vezels voor smaakperceptie van het voorste twee derde gedeelte van de tong (intermezzo 2.2). De n. lingualis loopt eerst mediaal van de m. pterygoideus lateralis en gaat vervolgens naar voren over het laterale oppervlak van de m. pterygoideus medialis. Ter hoogte van de apices van de derde onder-

Figuur 2.7

De innervatie van de gebits-elementen vanuit de nn. alveolares superiores en de n. alveolaris inferior.



Figuur 2.8

De n. mandibularis van mediaal gezien.

molaar ligt hij direct onder de mucosa tegen de binnenzijde van de mandibula aan. Hij buigt dan boven de m. mylohyoideus en onder de ductus submandibularis naar mediaal en stijgt vervolgens op in de tong. Het gedeelte van de n. lingualis afkomstig uit de n. V₃ verzorgt de algemene sensibiliteit (pijn, tast, temperatuur) van het voorste twee derde deel van de tong, de mucosa van de mondbodem en de linguale gingiva van de processus alveolaris inferior. Het parasymphatische ganglion submandibulare heeft een nauwe relatie met de n. lingualis. Dit ganglion is met een aantal takjes met de onderzijde van de zenuw verbonden. Via deze takjes bereiken presynaptische parasymphatische vezels afkomstig uit de chorda tympani het ganglion. De postsynaptische parasymphatische vezels van het ganglion gaan naar de glandula submandibularis en de glandula sublingualis.

Intermezzo 2.2 Innervatie tong

Bij de sensibele en motorische innervatie van de tong zijn verschillende zenuwen betrokken. De algemene sensibiliteit (pijn, tast, temperatuur) van het voorste twee derde deel van de tong wordt verzorgd door de n. lingualis (tak van de n. V₃). De speciële sensibiliteit (smaak) van het voorste twee derde deel wordt verzorgd door de chorda tympani (tak n. VII). Doordat de chorda tympani zich hoog in de fossa infratemporalis bij de n. lingualis voegt, bereiken deze smaakvezels de tong samen met de n. lingualis. De sensibiliteit, zowel algemeen als speciaal, van het achterste een derde deel van de tong wordt verzorgd door de n. glossopharyngeus (n. IX). De motorische innervatie van de tong geschiedt door de n. hypoglossus (n. XII).

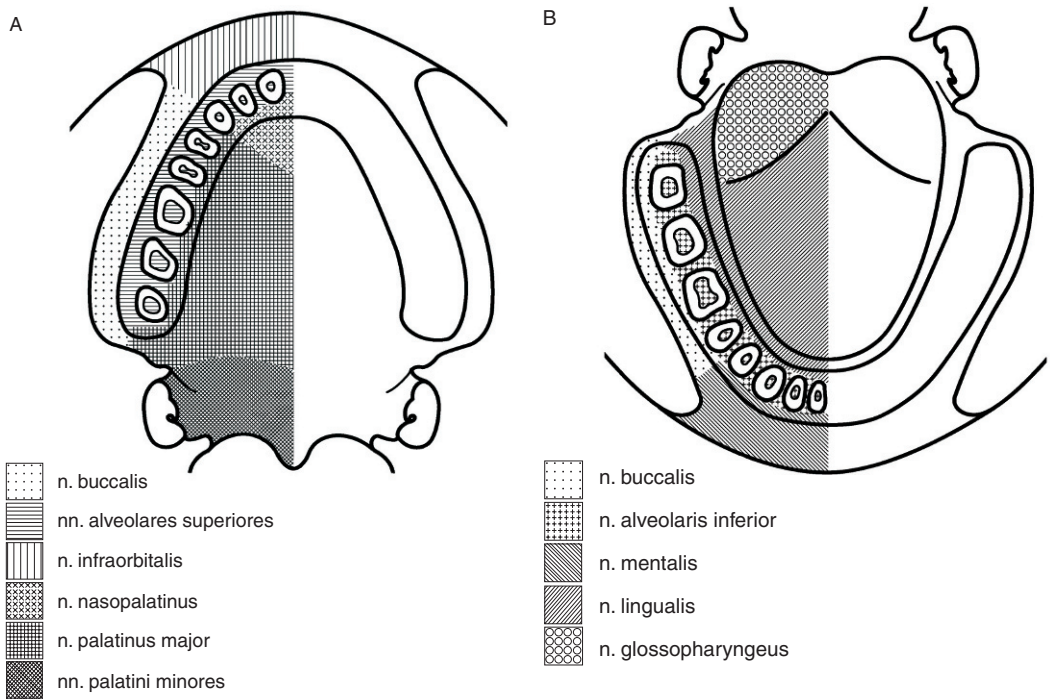
Een samenvattend schematisch overzicht van de sensibele innervatie van de mondholt met de verzorgingsgebieden van de verschillende takken van de n. maxillaris en de n. mandibularis wordt gegeven in figuur 2.9.

2.4 Diepe gebieden

De fossa pterygopalatina en de fossa infratemporalis, met de daarin gelegen pterygomandibulaire loge, zijn diepe gebieden in het hoofd die van groot belang zijn bij de geleidingsanesthesie van respectievelijk (takken van) de n. maxillaris en n. mandibularis.

2.4.1 Fossa pterygopalatina

De fossa pterygopalatina is een smalle piramidevormige ruimte die mediaal ligt van de fossa infratemporalis. De basis van de piramide bevindt zich aan de bovenzijde, de punt is naar beneden gericht. De fossa bevindt zich achter de orbita en de tuber maxillae en lateraal van het achterste deel van de neusholte. De achterwand wordt gevormd door de processus



Figuur 2.9

De sensibele innervatie van de mondholte.

A Het palatum, de processus alveolaris superior, de wangen en de bovenlip;

B De tong, de processus alveolaris inferior, de wangen en de onderlip.

pterygoideus van het os sphenoidale, de mediale wand door de lamina perpendicularis van het os palatinum en de voorwand door de tuber maxillae.

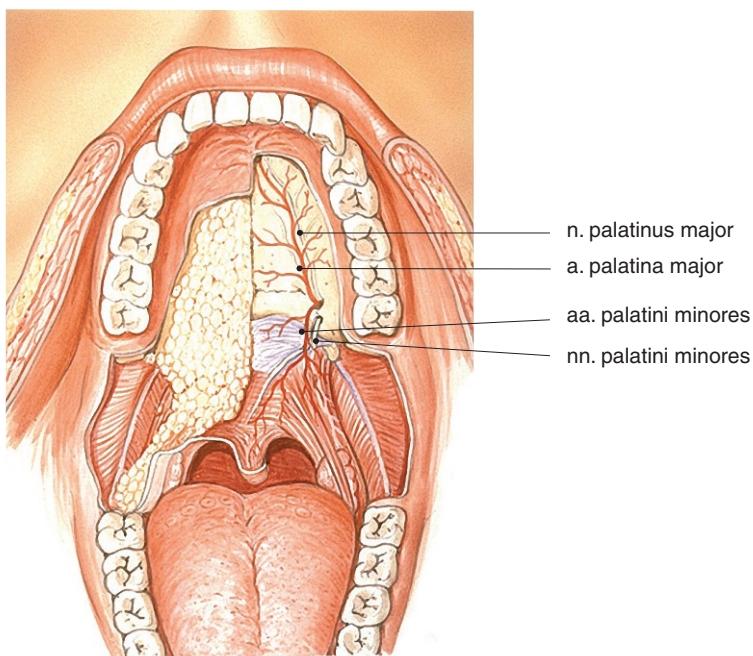
De fossa pterygopalatina is een belangrijk knooppunt van bloedvaten en zenuwen, en heeft dan ook een groot aantal openingen. Hij staat aan de bovenachterzijde via het foramen rotundum in verbinding met het cavum cranii, aan de voorzijde via het mediale deel van de fissura orbitalis inferior met de orbita en lateraal via de driehoekige, nauwe fissura pterygomaxillaris met de fossa infratemporalis. Mediaal vormt het foramen sphenopalatinum de verbinding met de neusholte. Aan de onderzijde loopt de fossa smal toe naar de canalis palatinus major, waardoor het palatum durum wordt bereikt.

De a. maxillaris bereikt de fossa pterygopalatina door de fissura pterygomaxillaris. Binnen de fossa geeft de arterie verscheidene takken af:

- De a. alveolaris superior posterior en de a. infraorbitalis die met de gelijknamige venen en zenuwen meelopen.
- De a. palatina descendens die door de canalis palatinus major naar beneden loopt en zich splitst in de a. palatina major en aa. palatini

Figuur 2.10

Het palatum van onderen gezien.



minores. De a. palatina major loopt over het palatum durum naar voren, de aa. palatini minores verzorgen het palatum molle (figuur 2.10).

- De a. sphenopalatina die door het gelijknamige foramen naar de mucosa van de neusholte loopt.

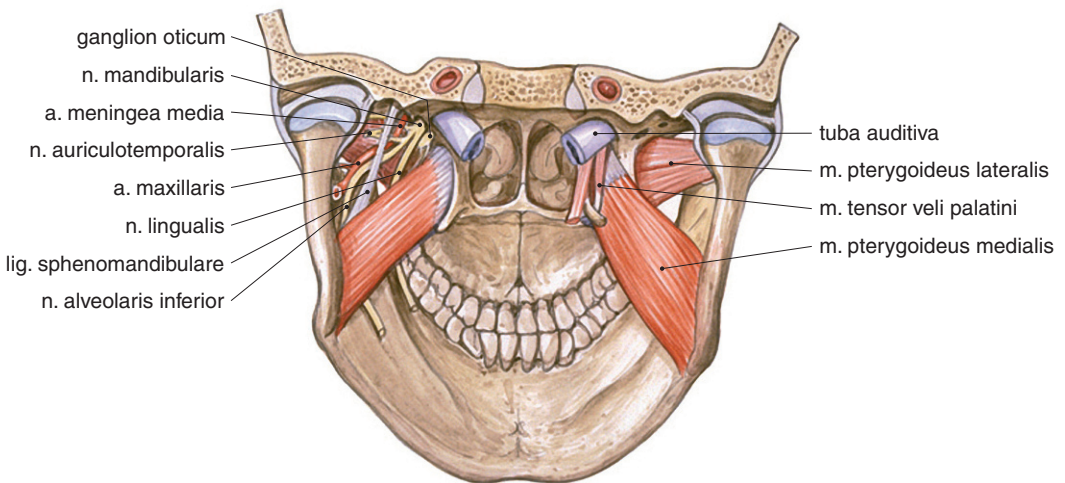
Veneus draineert het verzorgingsgebied van deze arteriën op de plexus pterygoideus.

Zoals eerder besproken betreft de n. maxillaris de fossa pterygopalatina via het foramen rotundum. De zenuw loopt aan de bovenzijde van de fossa naar voren en betreft via de fissura orbitalis inferior de orbita. Vanaf dit punt wordt de zenuw de n. infraorbitalis genoemd. In de fossa geeft de n. maxillaris de n. alveolaris superior posterior af die de fossa door de fissura pterygomaxillaris verlaat en langs de tuber maxillae naar de molaren van de bovenkaak loopt. Vlak onder de n. maxillaris ligt het ganglion pterygopalatinum, voor onder andere de parasympathische innervatie van de glandula lacrimalis en speekselklieren in het palatumlijmvlies. Naar beneden geeft de n. maxillaris ook de n. palatinus major en nn. palatini minores af, die sensibele vezels bevatten voor respectievelijk het palatum durum en palatum molle; ze verlaten de fossa pterygopalatina via het foramen palatinum major en de foramina palatina minora. Naar mediaal geeft de n. maxillaris de n. nasopalatinus af, die via het foramen sphenopalatinum de neusholte binnengaat. Deze zenuw bereikt uiteindelijk via het neusseptum en de canalis incisivus het voorste deel van het palatum.

2.4.2 Fossa infratemporalis en pterygomandibulaire loge

De fossa infratemporalis is een gebied aan de binnenzijde van de arcus zygomaticus en ramus mandibulae. De overige benige begrenzingen van de fossa zijn aan de bovenzijde de ala major van het os sphenoidale, aan de voorzijde de tuber maxillae en aan de mediale zijde de lamina lateralis van de processus pterygoideus. De pharynxwand vormt mediaal en ventraal de niet-benige begrenzing.

Aan de achterzijde gaat de fossa infratemporalis zonder onderbreking over in het spatium para- en retropharyngeum. Mediaal geeft de fossa via de fissura pterygomaxillaris toegang tot de fossa pterygopalatina. Via het foramen ovale en het foramen spinosum staat de fossa in verbinding met het cavum cranii en via het laterale deel van de fissura orbitalis inferior met de orbita.



In de fossa infratemporalis liggen de m. pterygoideus lateralis en m. pterygoideus medialis (figuur 2.11). Naast deze spieren wordt de fossa infratemporalis voor een belangrijk deel opgevuld door een vetlichaam, dat een voortzetting is van het corpus adiposum buccae. In dit vet liggen de bloedvaten en zenuwen ingebed, met name de a. maxillaris, de veneuze plexus pterygoideus, de n. mandibularis en hun vertakkingen.

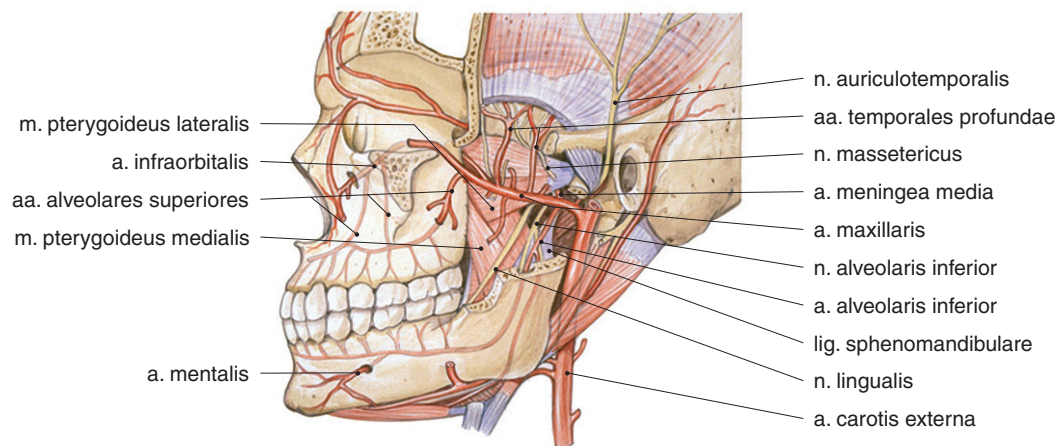
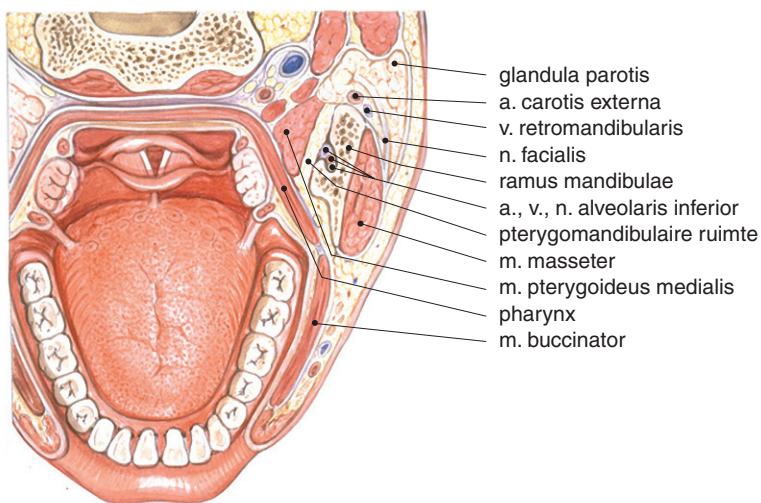
De m. pterygoideus lateralis en m. pterygoideus medialis begrenzen samen met de ramus mandibulae een aparte ruimte binnen de fossa infratemporalis, de zogenaamde pterygomandibulaire loge. De pterygomandibulaire loge is in frontale doorsnede driehoekig. Mediaal bevindt zich de m. pterygoideus medialis, craniaal de m. pterygoideus lateralis en lateraal de ramus mandibulae. De loge wordt ventraal begrensd door de pharynxwand, dorsaal door het diepe deel van de glandula parotis (figuur 2.12). Naar ventro-caudaal gaat de loge over in de submandibulaire loge en meer mediaal en caudo-craniaal in de para- en retrofaryngeale loge, die uiteindelijk uitkomen in het mediastium.

Figuur 2.11

De fossa infratemporalis van achteren gezien.

Figuur 2.12

Horizontale doorsnede door de mondholte en door de pterygomandibulaire loge.

**Figuur 2.13**

De a. maxillaris van lateraal gezien.

De belangrijkste arterie in de fossa infratemporalis is de a. maxillaris (figuur 2.13). Deze arterie voorziet onder meer de neusholte, het gehemelte, de boven- en onderkaak en de kauwspieren van bloed. De arterie betreedt de fossa tussen het collum mandibulae en het ligamentum sphenomandibulare. Vervolgens loopt hij naar de onderrand van de m. pterygoideus lateralis en gaat vanaf hier mediaal of lateraal van deze spier in voorwaartse en mediale richting naar de fossa pterygopalatina. Naast een groot aantal takken naar spieren (a. masseterica, aa. temporales profundae, rami pterygoidei) geeft de a. maxillaris onder andere de a. meningea media af, die via het foramen spinosum het cavum cranii bereikt, en de a. alveolaris inferior, die samen met de v. en n. alveolaris inferior door het foramen mandibulae de canalis mandibulae betreedt en de onderkaak grotendeels van bloed voorziet. De a. mentalis, die bij het einde van de canalis mandibulae door de a. alveolaris inferior wordt afgegeven, treedt door het

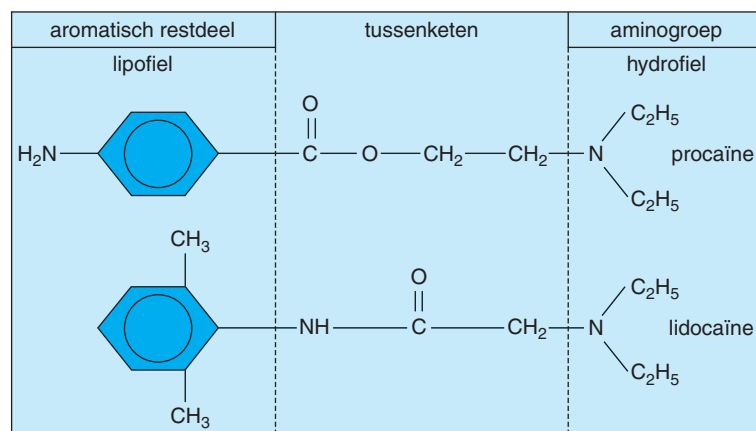
foramen mentale met de v. en n. mentalis naar buiten en verzorgt de kin. In de fossa infratemporalis volgen de venen doorgaans de loop van de arteriën. Deze venen monden uit in de uitgebreide veneuze plexus pterygoideus, die tegen de m. pterygoideus lateralis ligt. De plexus pterygoideus draineert op de v. maxillaris, die in de v. retromandibularis uitmondt.

De n. mandibularis bereikt via het foramen ovale de fossa infratemporalis. Direct onder het foramen ovale, aan de mediale zijde van de zenuw, ligt het parasympathische ganglion oticum, van waaruit onder andere de glandula parotis parasympathisch wordt geïnnerveerd. Aanvankelijk verloopt de zenuw tussen de mediale zijde van m. pterygoideus lateralis en de m. pterygoideus medialis, en geeft hier motorische takken af. Daartoe behoren de nn. pterygoidei, nn. temporales profundi, n. massetericus, n. musculus tensoris tympani en de n. musculus tensoris veli palatini. Sensibele takken zijn de n. buccalis, die tussen de twee koppen van de m. pterygoideus lateralis naar lateraal en daarna richting wang loopt, en de n. auriculotemporalis, die aan zijn oorsprong met twee wortels een lusje om de a. meningea media vormt. De n. auriculotemporalis loopt in dorsolaterale richting naar het collum mandibulae, loopt hier achterlangs en innerveert onder andere de huid achter het kaakgewricht. Deze zenuw bevat ook de parasympathische vezels voor de glandula parotis die afkomstig zijn uit het ganglion oticum. De twee grootste takken van de n. mandibularis zijn de n. alveolaris inferior en de n. lingualis. Deze twee zenuwen lopen eerst nog mediaal van de m. pterygoideus lateralis. De chorda tympani voegt zich, mediaal van deze spier, ook bij de n. lingualis. Aan de onderrand van de m. pterygoideus lateralis betreden de beide zenuwen de pterygomandibulaire loge.

Lokaal-anesthetica zijn de meest gebruikte farmaca binnen de tandheelkunde. Zij interfereren reversibel met de totstandkoming van de actiepotentiaal en met de cellulaire impulsgeleiding door een blokkade in de zenuwcel van de natriumkanalen. Hierdoor ontstaat een plaatselijke ongevoeligheid voor pijnprikkels.

3.1 Groepsindeling

Lokaal-anesthetica bezitten in hun moleculaire structuur verschillende gemeenschappelijke kenmerken (figuur 3.1). Zo is een lipofiele groep te onderscheiden waardoor de vetoplosbaarheid wordt bepaald. Een ander deel bevat een hydrofiele groep, die bepalend is voor de mate van wateroplosbaarheid. Het lipofiele deel van het molecuul is doorgaans een aromatische verbinding die een benzeenring bevat. Het hydrofiele deel bevat een secundair of een tertiair amine. Beide delen, die zich aan de uiteinden van het molecuul bevinden, zijn via een intermediair deel met elkaar verbonden. Dit intermediaire deel bestaat uit een ester- of een amidegroep en een relatief korte keten van vier tot vijf koolstofatomen.



Figuur 3.1

Molecuulstructuur van een lokaal-anestheticum van het ester-type (procaine) en van het amide-type (lidocaïne). (Uit U. Borchard, Aktuelle Aspekte der Zahnärztlichen Lokalanästhesie, 1985, Hoechst AG.)

Intermezzo 3.1

Over het algemeen geldt dat koolstofatomen kunnen worden toegevoegd aan elk van de drie delen van het molecuul (tot een zeker maximum). Door deze veranderingen in de molecuulstructuur krijgt men lokaal-anesthetica met sterk verschillende farmacokinetische eigenschappen omdat hiermee de mate van eiwitbinding, de vetoplosbaarheid en de wijze van eliminatie van het lokaal-anestheticum veranderen. Dit heeft als resultaat dat grote verschillen kunnen optreden in de intreetijd, de werkingsduur én de effectiviteit van de lokale anesthesie (tabel 1.3.1).

Tabel 1.3.1		Overzicht van enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica met de gemiddelde waarden van de intreetijd, werkingsduur en effectiviteit gemeten ten opzichte van prilocaïne.		
		<i>intrede van de werking na</i>	<i>werkingsduur</i>	<i>effectiviteit</i>
	articaïne	5 min.	1-3 uur	3
	bupivacaïne	8 min.	3-7 uur	16
	lidocaïne	5 min.	½-2 uur	4
	mepivacaïne	3 min.	2-2½ uur	2
	prilocaïne	2 min.	½-1 uur	1

De genoemde waarden hebben slechts een vergelijkende betekenis. In de praktijk zijn ze immers sterk afhankelijk van plaats en manier van toediening.

Lokaal-anesthetica kunnen dus op basis van hun molecuulstructuur onderverdeeld worden in twee klassen: de (amino)esters en de (amino-) amides. Beide groepen verschillen in de wijze waarop zij worden gemetaboliseerd.

Bij de esters is het aromatische deel met daarin de benzeenring afgeleid van het para-aminobenzoëzuur (PABA). De tussenketen die karakteristiek is voor deze groep bevat een esterbinding (zie figuur 3.1). Een bekend voorbeeld van een ester-anestheticum is procaine.

Amide-anesthetica zijn meer recent ontdekt en hebben als kenmerk de aanwezigheid van een amidebinding in de intermediaire keten, zoals in lidocaïne (zie figuur 3.1). De amides kunnen verder onderverdeeld worden in drie subgroepen: xylidinen, toluïdinen en thiofenen.

Xylidinen zijn tertiaire amines met een aromatisch deel dat twee methylgroepen bevat. Vertegenwoordigers uit deze groep zijn lidocaïne (Xylocaine®), mepivacaïne (Scandicaine®) en bupivacaïne (Marcaine®).

Intermezzo 3.2

Het tertiaire aminedeel van mepivacaïne bevat in plaats van twee methylgroepen een piperidinerings met een methylgroep. Bupivacaïne bevat eveneens een piperidinerings, waaraan echter een butylgroep is verbonden. Deze butylgroep is verantwoordelijk voor het sterkere lokaal-anesthetische effect en de zeer lange werkingsduur van bupivacaïne (tabel I.3.1).

In de toluidinen bevat de benzeenring één enkele methylgroep en bevat het aminedeel een secundair amine. Een veelgebruikt lokaal-anestheticum uit deze groep is prilocaïne (Citanest[®]).

Thiofenen, zoals articaïne (Ultracain[®]; Septanest[®]), bezitten een enigszins afwijkende molecuulstructuur. Zij bevatten in het aromatische deel een zwavelhoudende thiofeenverbinding. Dit is waarschijnlijk de reden dat dit lokaal-anestheticum een betere penetratie vertoont in de mucosa, en ook in het kaakbot.

3.2 Farmacodynamiek

Lokaal-anesthetica vertonen aanzienlijke verschillen in de intreetijd, werkingsduur en sterkte van het analgetisch effect. De sterkte van het lokaal-anesthetisch effect is direct gerelateerd aan de vetoplosbaarheid van het lokaal-anestheticum.

Intermezzo 3.3

De sterkte van een lokaal-anestheticum wordt uitgedrukt in de parameter C_m . De C_m is gedefinieerd als de minimale concentratie van het lokaal-anestheticum die noodzakelijk is om binnen vijf minuten een afname van 50 procent te geven van de amplitude van de actiepotentiaal in een oplossing met een pH van 7,2-7,4 en een stimulusfrequentie van 30 Hz. Uiteraard is deze parameter alleen met in-vitro-experimenten te bepalen.

Zo is in de reeks bupivacaïne – articaïne – lidocaïne – prilocaïne – mepivacaïne de eerstgenoemde het meest en de laatstgenoemde het minst vetoplosbaar.

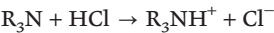
Dezelfde volgorde blijkt te gelden voor de sterkte van het analgetisch effect van deze verbindingen. De verschillen in sterkte van het analgetisch effect tussen de hiervoor genoemde verbindingen lijken echter kleiner te zijn dan theoretisch zou worden verwacht (zie tabel I.3.1). Blijkbaar zijn farmacokinetische aspecten eveneens van belang voor de sterkte van het analgetisch effect. Een overzicht van factoren die de intrinsieke activiteit van lokaal-anesthetica kunnen beïnvloeden, staat in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Enkele factoren die van invloed zijn op de intrinsieke eigenschappen van lokaal-anesthetica.	
<i>factor</i>	<i>mechanisme</i>
zwangerschap	Progesteron kan de zenuwblokkerende eigenschappen van het lokaal-anestheticum versterken.
pH-verandering	Ontsteking, maar ook uremie verlaagt de weefsel-pH. Hierdoor neemt het percentage van de ongeladen basische vorm af. Een pH-verandering kan ook de binding aan plasma- en weefseiwitten beïnvloeden en lijkt van belang bij het snel optreden van tolerantie bij een volgende injectie.
vasodilatatie	Intrinsieke vasodilatatie geeft aanleiding tot een snelle eliminatie van de plaats van toediening. Bupivacaïne is hiervoor het prototype.
vasoconstrictie	Een vasoconstrictor maskeert de inherent vasodilatatoire eigenschappen van het lokaal-anestheticum en veroorzaakt een toename van het effect, dat bovendien langer duurt.

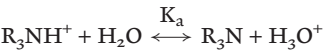
3.3 Farmacokinetiek

3.3.1 Fysisch-chemische eigenschappen

De lokaal-anesthetica zijn zwakke basen, instabiel en matig in water oplosbaar. Een enkele uitzondering daargelaten zijn het tertiaire amines. Aan het lokaal-anestheticum wordt daarom zoutzuur (HCl) toegevoegd, waardoor het tertiaire amine, hierna voorgesteld als R₃N, wordt omgezet tot een chloridezout:



Dit verhoogt de stabiliteit en wateroplosbaarheid van een lokaal-anestheticum:



R₃NH⁺ stelt de wateroplosbare geïoniseerde quarternaire kationvorm voor van het lokaal-anestheticum, die verantwoordelijk is voor het analgetisch effect. Deze ‘actieve’ vorm is in evenwicht met de ‘inactieve’, ongeladen basische tertiaire aminevorm R₃N. De evenwichtsconstante K_a ligt voor de meeste lokaal-anesthetica tussen de 7 en de 8.

Intermezzo 3.4

De relatieve hoeveelheden van de basische vorm (R_3N) en kationvorm (R_3NH^+) worden bepaald door de pK_a (de ionisatieconstante van het lokaal-anestheticum), de pH van de oplossing en de pH van de plaats van injectie, zoals gedefinieerd door de Henderson-Hasselbalch-vergelijking:

$$\log (C_i/C_o) = pK_a - pH$$

In deze vergelijking stelt C_i de concentratie lokaal-anestheticum voor in de actieve, geïoniseerde kationvorm (R_3NH^+) en C_o de concentratie in de inactieve, ongeïoniseerde basische vorm (R_3N). Indien de pK_a van het lokaal-anestheticum gelijk is aan de pH op de injectieplaats zal 50 procent in de ongeïoniseerde vorm aanwezig zijn. Bij een lage pH van de injectieplaats, zoals bij een injectie in een ontstoken gebied, is het percentage van de ongeïoniseerde vorm minder dan de helft. In dat geval is minder lokaal-anestheticum beschikbaar voor diffusie door de lipidemembraan naar de binnenzijde van de zenuwcel voor de blokkade van de natriumkanalen. Dit betekent dat de gebruikte dosering analgetisch minder effectief is dan op basis van de dosering mocht worden verondersteld.

De pK_a 's van enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica zijn weergegeven in tabel 3.2.

3.3.2 Diffusie

Vanaf de plaats van toediening moet een lokaal-anestheticum verschillende barrières overwinnen om de plaats van werking te bereiken. Hiervoor is de ongeladen basische vorm van het lokaal-anestheticum noodzakelijk (R_3N). Deze vorm is lipofiel (vetoplosbaar) waardoor hij de celmembraan van zenuwcellen kan passeren.

De vetoplosbaarheid van een lokaal-anestheticum wordt vooral bepaald door de lading van het molecuul en – in mindere mate – door de lengte van de keten van het moleculuskelet: hoe langer de keten des te groter de vetoplosbaarheid.

Is de vetoplosbare ongeladen vorm eenmaal binnen de cel, dan vindt een nieuwe instelling van het evenwicht plaats met de wateroplosbare geladen vorm. Intracellair is de pH lager dan daarbuiten waardoor het evenwicht verschuift richting R_3NH^+ , de actieve kationvorm van het anestheticum. Voor de werking van lokaal-anesthetica speelt de verhouding tussen beide vormen (R_3N en R_3NH^+) dus een essentiële rol.

Intermezzo 3.5 Lokaal-anesthetica minder werkzaam in ontstoken gebied

Passage van een lokaal-anestheticum door de celmembraan is slechts mogelijk in de ongeïoniseerde, lipofiele vorm. Door de toevoeging van HCl heeft de oplossing met lokaal-anestheticum een pH van 4 tot 6. Door de aanwezigheid van deze H^+ -ionen verschuift de evenwichtsreactie naar rechts, zodat de geïoniseerde vorm van het lokaal-anestheticum domineert. Na toediening vindt in de weefsels neutralisatie plaats. Bij een normale weefsel-pH van 7,4 verschuift het evenwicht weer naar links, waardoor de concentratie ongeïoniseerd lokaal-anestheticum toeneemt. In ontstoken weefsels heerst een zuur milieu, dat wil zeggen een lage weefsel-pH. Het lokaal-anestheticum zal dan overwegend in de geïoniseerde vorm aanwezig zijn, waardoor het de membraan niet kan passeren. In ontstoken weefsels zijn lokaal-anesthetica dus minder werkzaam. Daarnaast is in een ontstoken gebied sprake van een hyperemie, waardoor het lokaal-anestheticum versneld wordt afgevoerd. Eenzelfde mechanisme geldt voor het toedienen van een aanvullende hoeveelheid lokaal-anestheticum. Wanneer men na toediening bemerkt dat de verdoving niet werkt zal door het bijspuiten van een nieuwe (grote) hoeveelheid lokaal-anestheticum een zuur milieu ontstaan door de injectievloeistof die zelf immers een pH van 4 tot 6 heeft.

Over het algemeen geldt dat hoe dichter de pK_a van een anestheticum ligt bij de pH van de plaats van injecteren, hoe hoger de concentratie (C_0) van de ongeladen basische vorm (R_3N) van het molecuul die nodig is voor de diffusie en penetratie in de zenuwmembraan. Door een lokaal-anestheticum te kiezen met een lage pK_a of door de pH van de oplossing van het lokaal-anestheticum te verhogen neemt het percentage van de vetoplosbare ongeladen vorm van het molecuul toe. Dit is weergegeven in tabel 3.2, waarin voor drie lokaal-anesthetica de percentages van de ongeladen basen staan vermeld bij verschillende pH's.

Tabel 3.2		Effect van een verandering van de pH of de keuze van het lokaal-anestheticum met verschillende pK_a 's op het percentage lokaal-anestheticum in ongeïoniseerde, inactieve, basische vorm.			
	pK_a	$pH = 7,0$	$pH = 7,4$	$pH = 7,8$	
articaïne	7,8	13	29	50	
bupivacaïne	8,1	7	17	33	
lidocaïne	7,7	17	33	55	

Voor de verspreiding vanuit de plaats van toediening naar de plaats van werking dient een lokaal-anestheticum echter een zekere mate van wateroplosbaarheid te bezitten. Voor deze verspreiding in de interstitiële vloeistof tussen de cellen is de wateroplosbare geïoniseerde vorm (R_3NH^+) van betekenis.

Beide vormen van het lokaal-anestheticum, de niet-geïoniseerde lipofiele basische vorm (R_3N) en de hydrofiele geïoniseerde vorm (R_3NH^+), dienen dus in voldoende mate aanwezig te zijn. Dit ligt besloten in hun eigenschap van zwakke basen, waarbij dus beide vormen van het lokaal-anestheticum met elkaar in evenwicht zijn.

3.3.3 Werkingsmechanisme van lokaal-anesthetica

Lokaal-anesthetica blokkeren het ontstaan van de actiepotentiaal en de geleiding ervan over de celmembraan. Zij doen dit door de spanningsafhankelijke toename van de natriumgeleidbaarheid over de celmembraan te remmen.

Algemeen wordt aangenomen dat de meest gebruikte lokaal-anesthetica werken door een combinatie van membraanexpansie en blokkade van het natriumkanal aan de binnenzijde in de zenuwcel. De ongeladen, lipofiele vorm van het anestheticum (R_3N) dringt het lipidedeel van de membraan binnen en geeft aldus een mechanische verstoring van de lipidedubbellaa, waardoor de geleiding over de membraan van het neuron wordt verstoord. Men veronderstelt dat bij de meeste lokaal-anesthetica deze membraanexpansie verantwoordelijk is voor ongeveer 10 procent van de totale werking.

Van de resterende 90 procent van de werking denkt men dat die berust op een interactie tussen de geladen kationvorm van het molecuul (R_3NH^+) en het fosfolipide fosfatidyl-L-serine in de zenuwmembraan. Deze interactie veroorzaakt een verstoring van de calciumbinding met als resultaat het sluiten van het natriumkanal. De sterkte van het effect van lokaal-anesthetica op natriumkanalen is afhankelijk van de frequentie van de actiepotentiaal. Enerzijds komt dit doordat een natriumkanal dat openstaat meer toegankelijk is voor het lokaal-anestheticum. Anderzijds hebben lokaal-anesthetica een grotere affiniteit met geopende natriumkanalen.

Het totale proces wordt geleidingsblokkade of membraanstabilisering genoemd en bestaat uit een afname van de natriumgeleiding en een afname van de depolarisatiesnelheid. Bovendien wordt de drempelpotentiaal niet meer bereikt, waardoor er geen actiepotentiaal meer kan optreden. De rustpotentiaal, de drempelpotentiaal en de repolarisering van de celmembraan worden echter niet of nauwelijks beïnvloed.

3.3.4 Eiwitbinding

Lokaal-anesthetica binden reversibel aan zowel plasma- als aan weefsel-eiwitten. Zij binden primair aan globulinen, erythrocyten en veel minder aan plasma-albumine. Bupivacaïne en articaïne worden sterk aan plasma-eiwitten gebonden (> 90%), mepivacaïne, lidocaïne en prilocaïne minder (respectievelijk 80, 60 en 55%).

De mate van eiwitbinding is een bepalende factor voor de werkingsduur van een lokaal-anestheticum. Over het algemeen geldt, dat hoe sterker de binding is aan plasma-eiwitten hoe langer het lokaal-anestheticum werkzaam is. De aan plasma-eiwitten gebonden fractie van het lokaal-anestheticum fungeert dan als een depot, van waaruit het vrije lokaal-anestheticum kan worden afgegeven. Prilocaine, dat relatief weinig aan plasma-eiwitten bindt, bindt wel in sterke mate aan weefseleiwitten waardoor potentieel toxische concentraties minder snel bereikt worden (groter verdelingsvolume).

3.3.5 Intreetijd en werkingsduur

De intreetijd en werkingsduur van lokaal-anesthetica kunnen sterk variëren. Over het algemeen geldt dat hoe lager de pK_a is van een lokaal-anestheticum (of hoe hoger de pH op de plaats van injectie) hoe korter de intreetijd is. Dit is een direct gevolg van de toename van de concentratie ongeïoniseerde, dus lipofiele, vorm van het lokaal-anestheticum (zie tabel 3-2). Bij gelijke pK_a 's is de mate van vetoplosbaarheid van de lipofiele vorm bepalend: hoe groter de vetoplosbaarheid hoe korter de intreetijd.

Intermezzo 3.6

De dikte en myelinisatie van de verschillende typen zenuwvezels lopen uiteen, wat invloed heeft op de volgorde van uitval. Na toediening van het lokaal-anestheticum rondom een perifere zenuw wordt de prikkelgeleiding het eerst geblokkeerd in de minst gemyeliniseerde vezels, met name in de preganglionaire autonome B-vezels. Hierdoor wordt de vasoconstrictoire activiteit van die zenuwvezels geblokkeerd. Dit resulteert in een vasodilatatie en een toegenomen huidtemperatuur. Daarna volgt pijn- en temperatuurzin door blokkade van de A δ - en C-vezels.

De functie van de A γ -vezels en A β -vezels, verantwoordelijk voor de proprioceptie en de tast- en drukzin, wordt als voorlaatste uitgeschakeld of blijft in een aantal gevallen intact. Dit kan bij patiënten soms een onaangename sensatie teweegbrengen. Tijdens de ingreep voelt men in dat geval geen pijn, maar wel het aanraken. Uitleg en voorlichting verlichten in de meeste gevallen de klachten die over dit moeilijk te duiden fenomeen kunnen ontstaan. Uiteindelijk vallen ook de motorische A α -vezels uit.

Behalve de hiervoor genoemde eigenschappen is, bij de gebruikelijke klinische dosering van lokaal-anesthetica, de totale dosis (mg) direct bepalend voor de intreetijd. Het volume bepaalt de verspreiding. De concentratie bepaalt uiteindelijk de sterkte van het lokaal-anesthetisch effect.

De bepalende factor voor de duur van het lokaal-analgetisch effect is de diffusie vanaf de plaats van toediening, gevolgd door de redistributie over de weefsels. De doorbloeding is hierbij de belangrijkste factor. Daarom

heeft zowel de totale dosis, de vetoplosbaarheid als de aanwezigheid van een vasoconstrictor invloed op de werkingsduur. Een verdubbeling van de dosis verlengt de werkingsduur niet met een factor twee, maar slechts met één halfwaardetijd. De toevoeging van een vasoconstrictor aan het lokaal-anaestheticum is de belangrijkste factor voor verlenging van de werkingsduur van kort- en middellangwerkende lokaal-anesthetica, zoals lidocaïne en articaïne.

3.3.6 Lokale eliminatie

Uiteindelijk wordt het lokaal-anestheticum van de plaats van toediening afgevoerd door het bloed, waarbij de mate van vascularisatie van het weefsel bepalend is voor de hoeveelheid en de snelheid. Medebepalend zijn inherente eigenschappen van het lokaal-anestheticum (zoals vaatverwijding) en de totale geïnjecteerde dosis.

Indien een lokaal-anestheticum zonder vasoconstrictor wordt toegediend, verdwijnt het in drie fasen van de plaats van toediening. De initiële snelle α -fase representeert de redistributie vanuit de plaats van toediening via de algemene circulatie naar vaatrijke gebieden, de langzamere β -fase representeert redistributie naar minder goed doorbloede weefsels, terwijl de langzaamste γ -fase het metabolisme en de excretie aangeeft van het lokaal-anestheticum. Meestal duren deze drie fasen korter voor goed vetoplosbare en weinig eiwitgebonden lokaal-anesthetica. In tabel 3.3 staan voor enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica de halfwaardetijden van deze drie fasen vermeld. Deze eigenschappen zijn ook afhankelijk van de lichamelijke conditie van de patiënt. Een patiënt met hartfalen heeft bijvoorbeeld een langzamere α - en β -fase en – mede daardoor – een langzamer metabolisme en excretie (γ -fase).

Tabel 3.3	Halfwaardetijden van de drie fasen van de plasma-eliminatie van lokaal-anesthetica bij gezonde personen.		
	α -fase (sec)	β -fase (min)	γ -fase (uur)
articaïne	30	102	1,3
bupivacaïne	160	200	3,5
lidocaïne	60	96	1,5
mepivacaïne	40	114	2,0
prilocaïne	29	93	1,2

Uit tabel 3.3 blijkt dat prilocaïne de snelste redistributiefasen (α - en β -fase) en de hoogste hepatische klaring en metabolisme heeft, ook in longen en nieren (γ -fase). Prilocaïne is tevens het lokaal-anestheticum met de minste inherente vaatverwijdende eigenschappen. Bovendien wordt pri-

locaïne het minst aan plasma-eiwitten gebonden waardoor het een groot verdelingsvolume heeft. Dit zijn allemaal factoren die ervoor zorgen dat prilocaïne 60 procent minder toxisch is dan alle andere lokaal-anesthetica. Prilocaïne heeft echter één nadeel. Bij de afbraak van anesthetica van de groep der toluïdinen, waartoe prilocaïne behoort, ontstaat orthotoluïdine. Orthotoluïdine kan het Fe^{2+} in hemoglobine oxideren tot Fe^{3+} , waardoor het zuurstoftransporterend vermogen afneemt en een methemoglobinemie ontstaat (intermezzo 11.1).

3.3.7 Systemische eliminatie

Het aromatische deel van de lokaal-anesthetica die behoren tot de groep van de esters is afgeleid van para-amino-benzoëzuur (PABA). Ester-anesthetica worden in het bloedplasma door het enzym pseudocholine-esterase gemetaboliseerd, waarbij PABA-analogen en aminoalcohol ontstaan. De PABA-analogen worden grotendeels onveranderd in de urine uitgescheiden. Het aminoalcohol wordt verder gemetaboliseerd in de lever. Ongeveer 2 procent van de esters wordt onveranderd door de nieren uitgescheiden. De PABA-analogen zijn direct verantwoordelijk voor de allergische reacties die frequent optreden bij gebruik van lokaal-anesthetica van het ester-type (zie par. 10.5).

Anesthetica van het amide-type worden in de lever eerst door het cytochroom P_{450} -systeem gemetaboliseerd. Deze reactie wordt gevolgd door conjugering, met als resultaat goed in wateroplosbare verbindingen die door de nier worden uitgescheiden. Tussen de 70 en 90 procent van de amides wordt gemetaboliseerd, 10-30 procent wordt onveranderd door de nieren uitgescheiden.

De snelheid waarmee de afbraak in de lever plaatsvindt, is omgekeerd evenredig met de toxiciteit. Prilocaïne ondergaat het snelste metabolisme en is daarom het minst toxische lokaal-anestheticum van het amide-type. Patiënten met een ernstige leverinsufficiëntie breken lokaal-anesthetica van het amide-type vertraagd af, waardoor de kans op een toxisch effect wordt verhoogd (zie par. 11.5).

3.4 Toevoegingen aan lokaal-anesthetica

Behalve zoutzuur, om het basische lokaal-anestheticum wateroplosbaar te maken, kunnen verschillende andere verbindingen zijn toegevoegd aan de oplossingen van de diverse lokaal-anesthetica. De belangrijkste toevoegingen zijn vasoconstrictiva en conserveermiddelen.

3.4.1 Vasoconstrictiva

Vasoconstrictiva zijn van groot belang voor de klinische toepassing van lokaal-anesthetica. Zonder deze verbindingen zou de geringe werkingsduur van de meeste lokaal-anesthetica de praktische toepassing in de tandheel-

kunde in de weg staan. De meeste lokaal-anesthetica zijn namelijk vaat-verwijdend. Uitzonderingen hierop zijn mepivacaïne en prilocaïne.

Vasoconstrictiva verminderen de doorbloeding op de plaats van inspuiting, waardoor de verspreiding en resorptie van het lokaal-anestheticum worden tegengegaan. Hierdoor neemt zowel de intensiteit als de werkingsduur toe. Bovendien vertraagt vasoconstrictie de absorptie, waardoor de systemische toxiciteit afneemt. Tot slot is de vasoconstrictor voor de patiënt en de behandelaar van dienst omdat door lokale vasoconstrictie de wond minder bloedt en het zicht op de wond of het operatieterrein beter is. Aan de lokaal-anesthetica die in de tandheelkunde worden toegepast worden de vasoconstrictoren epinefrine en felypressine toegevoegd.

Epinefrine (ook wel adrenaline genoemd) is een door het bijniermerg geproduceerde lichaamseigen stof die aan de bloedbaan wordt afgegeven en een halfwaardetijd heeft van enkele minuten. Nerveuze of angstige mensen kunnen verhoogde concentraties epinefrine in hun bloed hebben uit angst voor een tandheelkundige ingreep. De vasoconstrictie door epinefrine komt tot stand door een stimulering van α_1 -adrenerge receptoren in de gladde spieren van de vaatwand. De maximale dosering van epinefrine voor volwassenen is 200 μg .

Felypressine (octapressine) is een synthetische vasoconstrictor, afgeleid van vasopressine (antidiuretisch hormoon). De vaatvernauwende werking van felypressine ontstaat voornamelijk door het induceren van constrictie van het veneuze deel van het vaatbed. De werking is langer dan die van epinefrine. Voor volwassenen is de maximumdosering felypressine 5,4 μg .

Toepassing van vasoconstrictiva kan zowel lokaal als systemisch nadelige effecten tot gevolg hebben. Door de verminderde doorbloeding daalt de pH in het weefsel waardoor de evenwichtsreactie verschuift in de richting van de geïoniseerde vorm van het anestheticum. Hierdoor daalt de penetratie van het lokaal-anestheticum in de zenuw en vermindert het anestetisch effect. Bovendien kan verminderde doorbloeding een nadelige invloed hebben op de wondgenezing. Een derde lokaal nadeel is dat door de ophoping van afvalstoffen een 'rebound'-effect kan optreden zodra de vasoconstrictor is uitgewerkt; door versterking van de doorbloeding is er een verhoogde kans op nabloedingen. Bij intravasale injectie van een lokaal-anestheticum met epinefrine zullen de bloeddruk en de hartfrequentie (gevaarlijk) toenemen.

3.4.2 Conserveermiddelen

Methyl- en propylparabeen zijn antibacteriële middelen (1 mg/ml). Door hun chemische structuur, die nauw verwant is aan para-aminobenzoëzuur (PABA), gaven ze frequent aanleiding tot allergische reacties. Daarom worden deze conserveermiddelen vrijwel nooit meer toegevoegd aan oplossingen van lokaal-anesthetica.

Een ander conserveermiddel is bisulfiet (0,3-2,0 mg/ml). Dit anti-oxidantisch middel is noodzakelijk om oxidatie te voorkomen van de eventueel aanwezige vasoconstrictor, meestal epinefrine. Bisulfiet verlaagt niet

alleen de pH van de oplossing, maar sommige mensen ontwikkelen ook een allergie voor dit anti-oxidantium.

3.4.3 Toevoegingen aan oppervlakteanesthetica

Bij oppervlakteanesthesie wordt een relatief hoog geconcentreerde oplossing van een lokaal-anestheticum op de slijmvliezen aangebracht. Het anestheticum dringt door in het oppervlakteweefsel en de hieropvolgende resorptie kan zeer snel verlopen. Oppervlakteanesthesie kenmerkt zich dan ook door de korte duur van zowel de inwerking (2 min.) als van de anesthesie (10 min.). In de tandheelkundige praktijk kan voor oppervlakteanesthesie een keuze worden gemaakt uit spray, gel en zalf.

De spray, op alcoholbasis met lidocaïne als base, heeft als nadeel dat de vloeistof zich gemakkelijk over de mucosa verspreidt en een zeer vieze smaak heeft.

Om de onaangename smaaksensatie te verminderen zijn smaakstoffen als bananenessence, menthol en sacharine toegevoegd. Verder is polyethyleenglycol als hulpstof toegevoegd. Toediening van een spray op de mucosa geeft een zeer hoge graad van absorptie te zien. Zo zijn tien pufjes van een lidocaïnespray 10% bijna equivalent met een intraveneuze injectie van 100 mg. Een ander nadeel van het gebruik van een spray is dat het vooral in de oropharynx aanleiding kan geven tot incidentele slijmvliesirritatie, mogelijk veroorzaakt door parabenen die als conserveermiddel aan sprays worden toegevoegd.

In de gel is lidocaïne als chloride aanwezig, met als conserveermiddelen methyl- en propylhydroxybenzoaat. Door een oppervlakteanestheticum als gel op de injectieplaats aan te brengen kan de dosering zeer laag en lokaal worden gehouden. Patiënten met afteuze ulcera brengen ook wel vlak voor de maaltijd lidocaïnegel aan om normale voeding te kunnen nuttigen.

In zalf is lidocaïne als base aanwezig. Als hulpstoffen worden polyethyleenglycol en propyleenglycol gebruikt. Om de hechting aan het mondslijmvlies te bevorderen zijn cellulosederivaten in de zalf verwerkt. Verder zijn er geen toevoegingen. Wel bestaat de mogelijkheid essences bij te mengen, waardoor de smaak verbetert.

Er is maar weinig lidocaïne 5%-zalf nodig voor het bereiken van het anesthetisch effect.

Om patiënten in de tandheelkundige praktijk te kunnen behandelen is vaak lokale anesthesie noodzakelijk. Lokale anesthesie zorgt ervoor dat de behandeling pijnvrij geschiedt, waardoor het comfort voor de patiënt tijdens de behandeling maximaal is, en stelt de tandarts in staat rustig, geconcentreerd en nauwkeurig te werken. Dit komt het eindresultaat en de wijze waarop dit wordt bereikt ten goede. Verder wordt lokale anesthesie gebruikt om moeilijk te achterhalen oorzaken van pijn in het aan gezicht op te sporen door selectieve verdoving en soms om kort of ook langduriger postoperatieve pijn te voorkomen.

4.1 Het gebruik van lokale anesthesie

Lokale anesthesie kan preventief worden toegediend wanneer de tandarts verwacht dat de tandheelkundige behandeling onplezierig of pijnlijk zal zijn en/of de patiënt slecht pijn verdraagt. In andere gevallen wordt de verdoving pas toegediend als daadwerkelijk pijn optreedt en/of de patiënt aangeeft de behandeling zo niet langer te verdragen.

Meestal is er, afhankelijk van de ervaring van de tandarts en kennis omtrent het karakter van de patiënt, een voorkeur voor preventieve verdoving. Hierdoor neemt het vertrouwen van de patiënt in de tandarts en diens handelen toe ('liever proactief dan reactief'). Uiteraard maakt het verschil of lokale anesthesie wordt toegediend voor een sub- en supra-gingivale gebitsreiniging, voor het prepareren van een caviteit, een kroon of voor operatieve verwijdering van een verstandskies of een uitgebreide parodontale 'flap'procedure. Ook bestaat er verschil in de wijze waarop lokale anesthesie wordt toegepast bij volwassenen en bij kinderen (zie hoofdstuk 8). In tabel 4.1 staan algemene richtlijnen voor de toepassing van verschillende technieken en indicaties voor lokale anesthesie.

Tabel 4.1		Algemene richtlijnen en indicaties voor toepassing van verschillende technieken voor toediening van lokale anesthesie.	
<i>therapeutisch/diagnostisch</i>		<i>onderkaak</i>	<i>bovenkaak</i>
gebitsreiniging			
beperkt		INF	INF
uitgebreid		MB	INF
vulling/kroon		MB + INF	INF
endo		MB (IL)	INF
extractie		MB + INF	INF
chirurgische parodontale ingreep		MB + INF	HTA, NIA, NP
M ₃ inferior/superior verwijdering		MB + INF	NNP
implantaat		MB + INF	HTA + NP
pre-implantologische chirurgie		MB + NMB	HTA + NP
centraal of perifeer lijden?		MB	HTA + NP + INF
dentogeen of niet dentogeen?		MB	NIA, HTA
welk element?		IL	IL of INF

Verklaring:

HTA = hoge tuberaanesthesie (geleidingsanesthesie)

IL = intraligamentaire anesthesie

INF = infiltratieanesthesie

MB = mandibulair blok (geleidingsanesthesie)

NIA = n. infraorbitalis anesthesie

NMB = n. mentalis blok

NNP = n. nasopalatinus anesthesie

NP = n. palatinus (major) blok

4.2 Indicaties en contra-indicaties

Voordat hij een verdoving geeft, moet de tandarts eerst verklaren waarom verdoving noodzakelijk is. Indicaties en contra-indicaties hebben alleen betrekking op een individuele patiënt. Er dient daarom bij elke patiënt

een zorgvuldige afweging te worden gemaakt of er wel of niet verdoofd kan en mag worden. Aan een goede afweging liggen een goede medische anamnese en een vraag naar eerdere ervaringen met lokale anesthesie ten grondslag. Voor de medische anamnese is van belang dat deze overzichtelijk, systematisch en bij voorkeur schriftelijk is. Ook negatieve bevindingen zoals: ‘geen medicijngebruik’, ‘geen allergie’ en ‘geen bloedingsneiging’ behoren te worden vermeld. Bij de vraag naar vroegere ervaringen is van belang goed door te vragen wat de patiënt precies bedoelt met ‘flauwvallen’, ‘allergisch voor adrenaline’ en dergelijke. Sommige lichamelijke reacties berusten immers op een nerveuze, vaak onwillekeurige respons. Voorbeelden hiervan zijn duizelingen, misselijkheid, maagklachten, flauwvallen en zweten. Andere verschijnselen wijzen echter op overdosering, allergische reacties of interactie met bestaande medicatie van de patiënt. In tabel 11.1 staat een overzicht met aanbevelingen voor de toepassing van lokale anesthesie bij medisch gecompromitteerde patiënten.

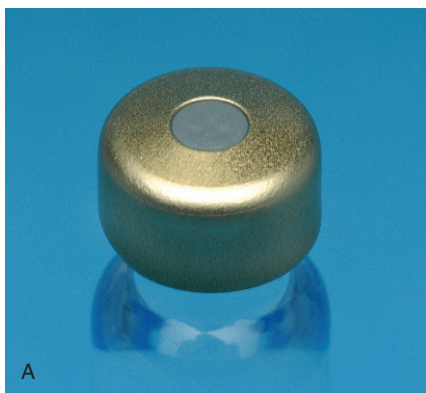
Na de uitleg over de verdoving moet de tandarts controleren of de patiënt deze uitleg heeft begrepen. Wellicht heeft de patiënt nog aanvullende vragen die eerst moeten worden beantwoord? Tot slot vraagt de tandarts, meer of minder expliciet, toestemming om te mogen verdoven (informed consent). Een patiënt die niet protesteert tegen het geven van lokale anesthesie geeft niet impliciet toestemming (zie hoofdstuk 12)!

4.3 Instrumentarium

Bij het toedienen van lokale anesthesie in de tandheelkunde wordt vrijwel uitsluitend gebruikgemaakt van glazen carpules met anesthesievloeistof, disposable naalden en een autoclaveerbare aspiratiespuit.

4.3.1 Carpules

De glazen carpules bevatten 1,7 à 1,8 ml anesthesievloeistof. Aan één zijde is de carpule afgesloten met een rubberen membraan, aan de andere zijde met een rubberen stopje dat al dan niet is geprepareerd voor het aspireren (figuur 4.1). De buitenzijde van de carpule is bedrukt met de naam,

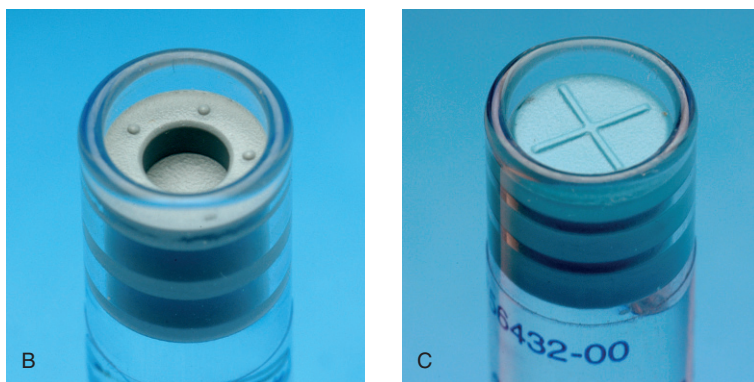


Figuur 4.1A

Bovenzijde van een anesthesiecarpule met een rubberen membraan, waardoor de naald kan worden gestoken.

Figuur 4.1B en C

Onderzijde van een anesthesiecarpule met een rubberen stopje dat wel (B) of niet (C) is geprepareerd om te aspireren.



samenstelling en vasoconstrictor van het lokaal-anestheticum. De opdruk is aangebracht op het glas of op dun plasticfolie. Deze laatste zorgt ervoor dat bij breuk van het glas (bij intraligamentaire anesthesie) de scherven door de plakfolie bijeen worden gehouden en niet in de mondholte terecht komen (figuur 4.2).

Figuur 4.2A en B

Glazen anesthesiecarpules met plasticfolie waarop de samenstelling van de inhoud staat vermeld; articaine 4% met epinefrine 1 op 100.000 (A) en prilocaïne 3% met octapressine (B).



**Figuur 4.3**

De carpules worden geleverd in een steriele verpakking en op de carpules staat het lotnummer en de houdbaarheidsdatum.

Carpules worden geleverd in steriele verpakkingen en op de carpules staat de houdbaarheidsdatum, het lotnummer en dergelijke (figuur 4.3). Het is niet nodig een carpule die net uit zijn verpakking is gehaald voor gebruik te desinfecteren met bijvoorbeeld chloorhexidine in alcohol. Ook is het, om diverse redenen, af te raden carpules in een desinfecterende vloeistof te bewaren.

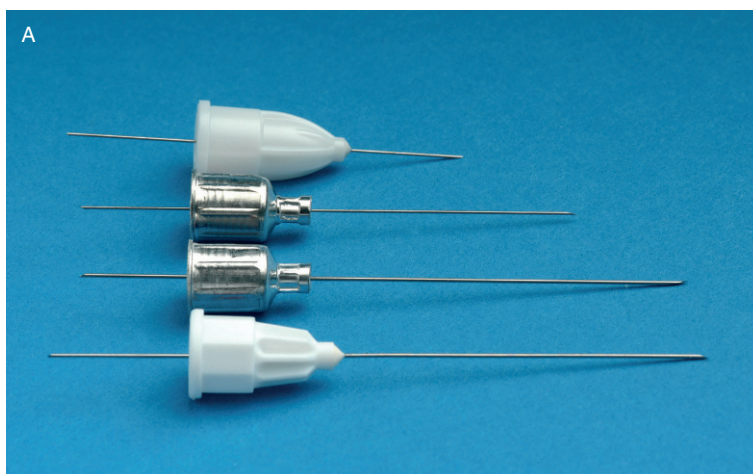
De verpakkingen met carpules kunnen op kamertemperatuur of in de koelkast worden bewaard. Indien ze in een koelkast worden bewaard, moeten ze geruime tijd voor gebruik hier uit worden genomen om op kamertemperatuur en liefst nog op lichaamstemperatuur te komen. Het injecteren van koude anesthesievloeistof is bijzonder pijnlijk.

4.3.2 Injectienaalden

Alle naalden die voor lokale anesthesie in de tandheelkunde worden geleverd zijn disposable en bedoeld voor eenmalig gebruik. De lengte van de naald wordt aangegeven in mm. Een lange naald is circa 36 mm lang, een korte naald circa 25 mm en een ultrakorte circa 12 mm. Deze naalden zijn geschikt voor respectievelijk geleidingsanesthesie, infiltratieanesthesie en intraligamentaire anesthesie. De diameter van de naald wordt aangegeven in gauge. Hoe kleiner het gauge-getal, hoe groter de diameter van de naald. De meeste in de tandheelkunde gebruikte naalden hebben een gauge-getal van 25 tot 30. Een getal hoger dan 30 (zeer dun dus) moet worden ontraden, omdat hiermee aspiratie van bloed niet meer mogelijk is. Het is een misverstand te denken dat dunnere naalden minder pijnlijk zijn bij het prikken dan dikkere. Het zijn vooral de naalddruk, de uitstroomsnelheid van de vloeistof, de temperatuur en de pH die bepalen of een injectie pijnlijk is. Een afname van de naalddiameter betekent bij gelijkblijvende druk een vergroting van de uitstroomsnelheid. Tegen-

Figuur 4.4A

Verskillende typen injectie-naalden voor lokale anesthesie. Van boven naar beneden: intraligamentaire naald, korte naald voor infiltratieanesthesie, langere naald voor geleidingsanesthesie (voor bijvoorbeeld het mandibulair blok) en een 'thin wall needle' voor geleidingsanesthesie.



woordig kent men daarom zogenaamde 'thin wall needles', waarbij het lumen wijder is dan van een conventionele naald.

De naald is gevat in een metalen of plastic mantel. Een deel van de naald steekt aan de onderzijde uit en is bedoeld om door het rubberen membraan in de verdovingsvloeistof te worden gebracht. Het andere deel van de naald wordt gebruikt om daadwerkelijk de injectie toe te dienen. De naalden zijn steriel verpakt en voorzien van twee plastic doppen, die van de naald worden verwijderd door ze tegengesteld te draaien en daarbij licht te buigen (figuur 4.4B). Na gebruik wordt de naald bij voorkeur in zijn geheel losgedraaid en in een verzamelcontainer voor gebruikte naalden gedeponeerd. Eventueel kan de dop aan de naaldzijde waarmee werd geprikt voorzichtig worden teruggeplaatst.

Figuur 4.4B

Het verwijderen van de achterzijde van de wegwerpnaald, door een draaiende en licht buigende beweging.



De naald is bijzonder soepel en kan bij mandibulaire anesthesie gemakkelijk verbuigen. Dit veroorzaakt echter geen naaldbreuk. Soms is het nodig de naald, voor het injecteren, zelf voor te buigen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij anesthesie in de mondbodem, in de canalis palatinus en bij hoge tuberaanesthesie. Ook hierdoor zal geen naaldbreuk optreden. Herhaald buigen van de naald kan echter wel leiden tot naaldbreuk, een ernstige complicatie (zie par. 9.1).



Figuur 4.5A

Carpulespuiten van roestvrijstaal, van het inlegtype (boven) en het kniktype (onder).



Figuur 4.5B

Inlegtype carpulespuit waarbij door terugtrekken van de stamper de carpule op zijn plaats komt in de spuit.

Figuur 4.5C

Kniktype carpulespuit waarbij de carpule in de spuit geplaatst kan worden nadat de stamper iets is teruggetrokken en de spuit is opengeknikt.



4.3.3 De carpulespuit

De carpulespuit is meestal steriliseerbaar en is dus uitgevoerd in roestvrij staal. Verchroomd staal moet worden ontraden. Sommige carpulespuiten zijn van plastic en daarom disposable. Er zijn twee verschillende typen spuiten: een inlegtype en een kniktype (zie figuur 4.5)

De voorzijde van de carpulespuit is voorzien van schroefdraad waarop de mantel van de naald kan worden geschroefd. De achterzijde van de spuit is voorzien van een ring waarmee gemakkelijk kan worden geaspireerd.

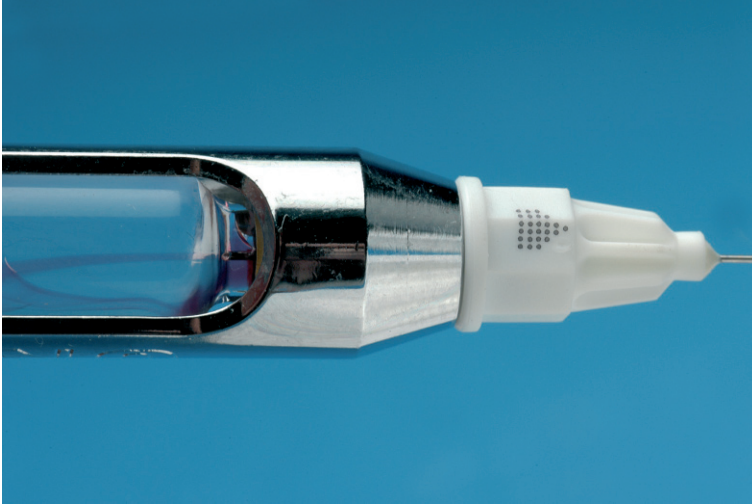
De stamper van de spuit wordt verbonden met het rubberen stopje in de glazen carpule met anesthesievloeistof. De wijze waarop dit gebeurt varieert. Soms is er een harpoentje of kurkentrekker die zich in het rubber van het stopje boort. Ook kan er een parapluutje of een stomp bolknopje zijn dat past in een geprepareerde opening aan de achterzijde van het rubberen stopje van de carpule (zie figuur 4.6).

Figuur 4.6

Carpulespuiten met aan het einde van de stamper een kurkentrekker (links) en een parapluutje (rechts).



Bij zowel inleg- als knikspuiten wordt door een veermechanisme automatisch geaspireerd. Door de druk op de stamper te verminderen, worden door het veermechanisme enkele microliters in de spuit opgezogen, waardoor gemakkelijk te zien is of de naaldpunt zich intravasaal bevindt (figuur 4.7).



Figuur 4.7

Carpulespuit waarmee wordt geaspireerd en een bloedspoortje in de carpule zichtbaar is.

De carpulespuit wordt gereedgemaakt door de volgende stappen te volgen.

Eerst wordt een carpule in de spuit gelegd door de stamper iets terug te trekken (bij een inlegspuit) of de spuit te knikken (bij een knikspuit). Vervolgens wordt de stamper met harpoen, kurkentrekker, parapluutje of knopje in de achterzijde van het rubberen stopje gedrukt, waardoor aspiratie mogelijk wordt. Hierna wordt de mantel van de naald op de schroefdraad aan de voorzijde van de spuit geschroefd. Door lichte druk uit te oefenen is nu te zien of de spuit gangbaar is.

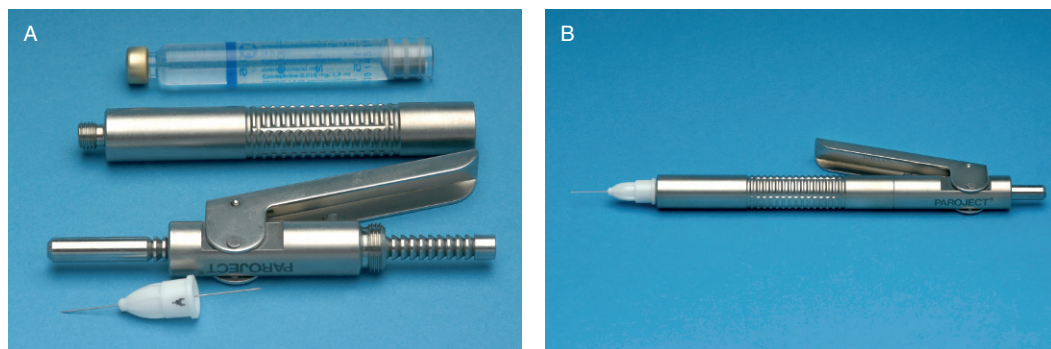
Nadat een eerste carpule anesthesievloeistof is geïnjecteerd, kan er nog een carpule toegediend moeten worden, bijvoorbeeld op een andere plaats in de mond van dezelfde patiënt. De stamper wordt nu ontgrendeld van de achterzijde van het rubberen stopje en geheel teruggetrokken. De carpule kan nu worden uitgenomen en worden vervangen door een nieuwe. Hierna kan de stamper met harpoentje, kurkentrekker, parapluutje of knopje voorzichtig worden teruggestoken in de achterzijde van het rubberen stopje. Dit moet *voordat* controle plaatsvindt op het gangbaar zijn van de spuit omdat er anders al anesthesievloeistof uit de naald lekt.

Indien bij aspiratie bloed in de anesthesievloeistof verschijnt, moet de carpule worden vervangen om er bij het opnieuw aspireren zeker van te zijn dat een injectie niet weer intravasaal dreigt te worden gegeven.

Een combinatie van naald, carpule en carpulespuit is bedoeld voor één patiënt. Om verwarring te voorkomen dient deze combinatie daarom per patiënt te worden gereedgemaakt en niet al gebruiksklaar te liggen.

Carpulespuiten voor intraligamentaire en parodontaal ligamentanesthe-

sie hebben een afwijkende vorm. Intraligamentaire anesthesie vereist een hogere druk die het risico meebrengt van breuk van de glazen carpule. Figuur 4.8 laat een voorbeeld zien van een intraligamentaire carpulespuit. Met een pompende beweging wordt de stamper voorwaarts bewogen. De volledig door metaal omsloten carpule wordt beschermd tegen breuk of de gevolgen daarvan. Om beschadiging van het parodontale ligament, door ischemie ten gevolge van de vloeistofdruk en/of de vasoconstrictor, te voorkomen wordt aanbevolen om tussen elke pompende beweging even te wachten. Intraligamentaire anesthesie met behulp van een microprocessor gestuurde pomp (the Wand[®]) kent dit probleem niet, aangezien de uitstroomsnelheid hierbij zeer laag is (zie figuur 8.10).



Figuur 4.8A en B

Intraligamentaire carpulespuit; gedemonteerd (A) en gemonteerd (B). Een lichte druk op de hendel zorgt voor een krachtige en gelijkmatige uitstroom van de anesthesievloeistof, waarbij de metalen huls zorgt voor bescherming tegen breuk van de glazen carpule.

4.4 Oppervlakteanesthesie

Soms is voorverdoven aan te bevelen. De gunstige werking berust deels op verdoving van de insteekplaats van de naald en deels op psychologische factoren. Bij intraligamentaire anesthesie en geleidingsanesthesie werkt voorverdooving matig en kan daardoor beter achterwege worden gelaten. Bij infiltratieanesthesie is voorverdooving wel zinvol (figuur 4.9).

In tegenstelling tot wat staat vermeld in de bijsluiter is het beter om anesthesiespray niet direct in de mond te gebruiken. Lidocainespray 10% wordt zeer gemakkelijk door het slijmvlies van de mond-keelholte opgenomen, waardoor vooral bij kinderen snel een overdosering dreigt. Bovendien zou het spraystaafje, zelfs na één pufje, reeds gereinigd en geautoclaveerd moeten worden. Het is daarom beter de sprayvloeistof of verdovingszalf aan te brengen op de korte zijde van een wattenrol of een wattenstokje. Hiermee kan de injectieplaats heel nauwkeurig worden voorverdoofd door de tandarts, de tandartsassistent of door de patiënt zelf. Het is voldoende om de sprayvloeistof of zalf twee à drie minuten te appliceren alvorens de injectienaald in te steken.

**Figuur 4.9**

Oppervlakteanesthesie met behulp van lidocainespray 10%. Applicatie geschiedt met behulp van de voorzijde van een wattenrol of een wattenstokje.

Intermezzo 4.1

Het is bij tandheelkundige ingrepen onvoldoende om te volstaan met oppervlakteanesthesie zonder daaropvolgende infiltratie- of geleidingsanesthesie, aangezien de diepte en de duur van de oppervlakteanesthesie gering zijn.

4.5 Positie van de patiënt en van de tandarts

In de tandheelkunde wordt lokale anesthesie vaak preventief toegediend, dat wil zeggen voordat er sprake is van pijn door de behandeling. Sommige tandartsen verdoven de patiënt daarom terwijl deze rechtop zit in de behandelstoel. Dit is onjuist. Het zicht in de mond is dan immers niet optimaal, de stand van de lamp is onprettig en bij een vasovagale collaps (par. 10.2) dreigt de patiënt voorover uit de stoel te vallen. Het is daarom verstandig lokale anesthesie toe te dienen in de positie waarin de tandarts en de patiënt zich bevinden bij de betreffende behandeling. In de dagelijkse praktijk betekent dit dat de patiënt meestal wordt verdoofd in een halfliggende tot horizontale positie. De tandarts zit naast de behandelstoel in een 9 tot 1-uur positie, de assistent zit op een 2 tot 3 uur-positie.

De tandarts doet er verstandig aan het hoofd van de patiënt tijdens het verdoven te fixeren met de arm en de gehandschoende niet-injecterende hand (figuur 4.10). Onverwachte bewegingen van de patiënt leiden dan niet tot zelfverwondingen of injecties op plaatsen waar dat niet de bedoeling is. Bovendien, zeker bij mandibulaire geleidingsanesthesie en n. infraorbitalis anesthesie kan de injectieplaats beter worden gekozen door de fixerende en aftastende hand waarmee geen verdoving wordt gegeven. De kans op prikken in de eigen hand van de tandarts bij een onverwachte

Figuur 4.10

De tandarts houdt het hoofd van de patiënte gefixeerd met de gehandschoende niet-injecterende hand.



hoofdbeweging van de patiënt is heel klein en bij een eerste injectie ook niet zo gevaarlijk voor de gezondheid van de tandarts. Toch kiezen sommige tandartsen ervoor om, juist om deze reden, een tandheelkundige spiegel of houten spatel te gebruiken in de niet-injecterende hand.

Vlak voordat de naald werkelijk de mucosa penetreert, wordt de mucosa gespannen en zo mogelijk wordt voorzichtig in de lip of wang geknepen om de prik te maskeren. Intravasale injectie wordt voorkomen door alvorens te spuiten eerst te aspireren en bij elke positieverandering van de naaldpunt de aspiratie te herhalen. Het spuiten zelf dient heel langzaam te geschieden. Bij losmazig weefsel mag de injectiesnelheid iets hoger zijn. Voortdurend moet worden gevraagd naar de ervaringen van de patiënt tijdens en direct na het geven van lokale anesthesie. Jonge en nerveuze patiënten krijgen een complimentje voor de wijze waarop ze de verdoving lieten toedienen.

Het is onjuist de patiënt te verdoven en hem vervolgens te vragen in de wachtkamer plaats te nemen totdat de verdoving ook werkt. De inwerktijd van lokale anesthesie bedraagt 30 tot 180 seconden en rechtvaardigt geen zojuist verdoofde patiënt in de wachtkamer zonder adequaat toezicht. Tijdens of direct na het injecteren kunnen zich immers onverwachte reacties voordoen.

Wanneer zich tijdens of na het toedienen van een lokaal-anestheticum onverhoopt ongewenste reacties bij een patiënt voordoen, is een rustige reactie van de zijde van de tandarts geboden. Een goede uitleg en eventueel een verontschuldiging zijn van groot belang. Zo zal de patiënt bijvoorbeeld na een intravasculaire injectie met een epinefrine-bevattend lokaal-anestheticum een bonkend hart ervaren. In het gelaat treedt 'blanching' op. Een geruststellende uitleg is in dit geval voldoende. Bij het aanprikken van een zenuw, bijvoorbeeld de n. alveolaris inferior, de n. lingualis of de n. mentalis is meer nodig dan een verklarend en geruststellend woord. Door het aanprikken van de zenuw kan het gevoel immers

dagen, weken en soms zelfs maanden veranderd zijn (zie hoofdstuk 9).

Ongewenste reacties op lokale anesthesie kunnen uiteraard ook samenhangen met de vaardigheid en injectietechniek van de tandarts. Zo zal het voor de ogen van de patiënt in elkaar zetten van de verdovingsspuut en het gangbaar maken van de anesthesievloeistof door het omzichtig kloppen op de spuit en deze richting plafond houden om alle eventuele luchtballen te verwijderen, de gemiddelde patiënt niet geruststellen. Voorts moet het onverhoeds of ruw toedienen van een lokale verdovingsprik worden vermeden. Het inspuiten dient, eigenlijk overal in de mond en zeker in het palatumslimvlies, uiterst langzaam te geschieden.

4.6 Controleren werkzaamheid

Controle op de werkzaamheid van de verdoving geschiedt in eerste instantie met open vragen aan de patiënt: ‘Merkt u al iets van de verdoving? Wat merkt u dan? Kunt u aangeven waar het tintelt of dik aan voelt?’ Wanneer de antwoorden van de patiënt op deze vragen onduidelijk zijn, kan de tandarts de patiënt helpen door de vragen: ‘en de lip dan? en de tong?’ Zo nodig kan hij vragen naar verschillen in gevoel. ‘Is dit hetzelfde gevoel als deze zijde? Als ik dit aanraak is dat dan hetzelfde gevoel als hier?’ Gesloten vragen waarop de patiënt ‘ja’ moet antwoorden, moeten worden vermeden omdat de antwoorden onbetrouwbaar zijn. ‘Tintelt de lip al? en ook de tong?’ zijn vragen die na een verdoving niet aan patiënten gesteld moeten worden. Sommige combinaties van verdovingen leiden ongewild tot soms foutieve informatie door de patiënt over de werkzaamheid van de lokale anesthesie. Wanneer een mandibulaire geleidingsanesthesie direct wordt gevolgd door infiltratieanesthesie in het premolaargebied in de onderkaak zegt een eenzijdig verdoofde onderlip niet veel. Het is daarom in deze gevallen beter eerst het mandibulair blok te geven, te wachten op een min of meer spontane reactie van de patiënt, die meldt dat de onderlip begint te tintelen en dan pas vestibulair van de onderpremolaren infiltratieanesthesie te geven.

Het is tegenover de patiënt correct om door middel van een prikje met bijvoorbeeld een tandheelkundige sonde de verdoving te testen alvorens over te gaan tot een pijnlijke behandeling. Een door de tandarts niet opgemerkte onwerkzame verdoving in combinatie met een pijnlijke behandeling schaadt het vertrouwen van de patiënt in de tandarts en zijn behandeling. In bepaalde gevallen kan de tandarts gebruikmaken van additionele technieken zoals suggestieve relaxatie, hypnose en inhalatie-sedatie. Ook kan bij bepaalde patiënten gebruik worden gemaakt van medicatie die ontspant of slaperig maakt of van algehele anesthesie, meestal intraveneus toegediend.

5.1 Inleiding

De sensibele innervatie van de bovenkaak is afkomstig van de n.V₂, de n. maxillaris.

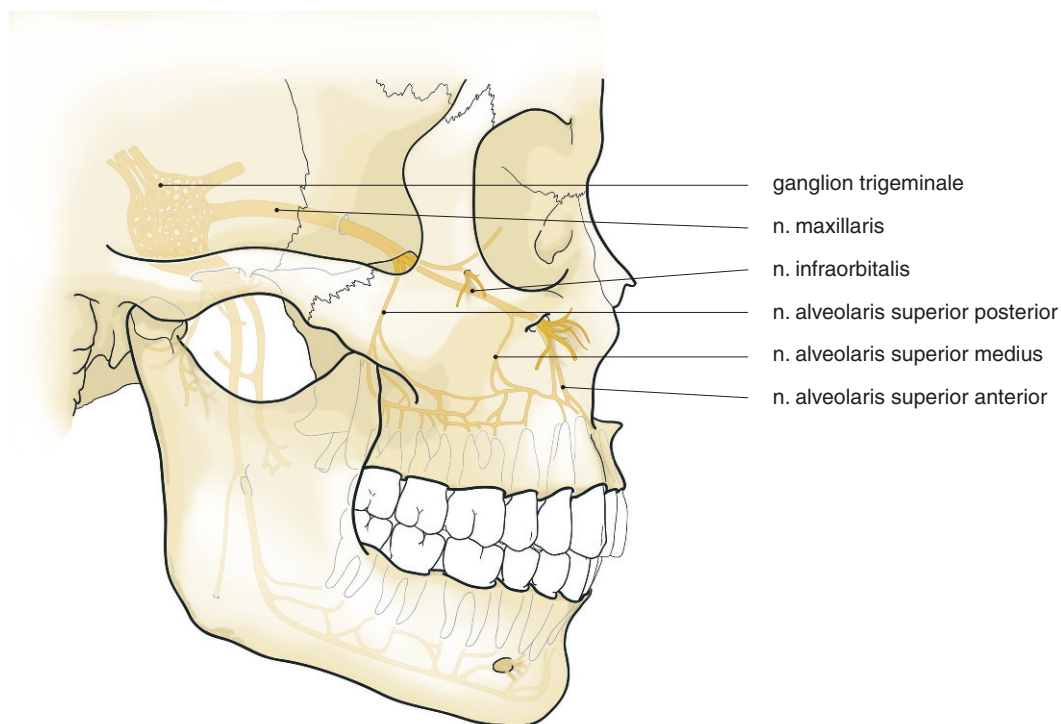
Deze hoofdtak van de n. trigeminus verlaat het neurocranium door het foramen rotundum, bereikt dan de fossa pterygopalatina en loopt recht door als n. infraorbitalis en geeft in zijn verloop een groot aantal takken af. In het kader van lokale anesthesie in de bovenkaak zijn de volgende takken van belang:

- de nn. palatinus major en minores;
- de nn. alveolares superiores posteriores, media en anteriores;
- de n. infraorbitalis (figuur 5.1).

Dit betekent dat de hoofdstam van de n. maxillaris zowel via het foramen palatinum majus, het foramen infraorbitale als hoog achter de tuber maxillae kan worden bereikt. In de praktijk is alleen een hoge tuberaanesthesie een praktische geleidingsverdooving voor de gehele n. maxillaris. Deze geleidingsanesthesie wordt toegepast voor chirurgische ingrepen.

Voor de alledaagse tandheelkundige verrichtingen in de bovenkaak is infiltratieanesthesie gebruikelijk. De cortex van de buitenzijde van de bovenkaak is betrekkelijk dun, waardoor diffusie van lokale anesthesievloeistof goed mogelijk is. Op deze wijze kunnen alle (vestibulaire) wortels van de bovengebitselementen worden bereikt. De palatinale wortels van de molaren en eventueel premolaren worden verdoofd door infiltratieanesthesie van de takken van de n. palatinus major en de takken van de n. nasopalatinus. Hier is ook geleidingsanesthesie mogelijk ter hoogte van het foramen palatinum majus en de canalis incisivus.

De effectiviteit van infiltratieanesthesie in de bovenkaak is bijzonder hoog, tenzij er sprake is van een injectie in een ontstoken gebied. Geleidingsanesthesie van de n. palatinus major, n. nasopalatinus en n. infraorbitalis is eveneens effectief. Bij geleidingsanesthesie via een hoge tuberverdooving zijn meestal alleen de rami alveolares superiores posteriores en media verdoofd, soms ook de nn. palatini en n. infraorbitalis.



Figuur 5.1

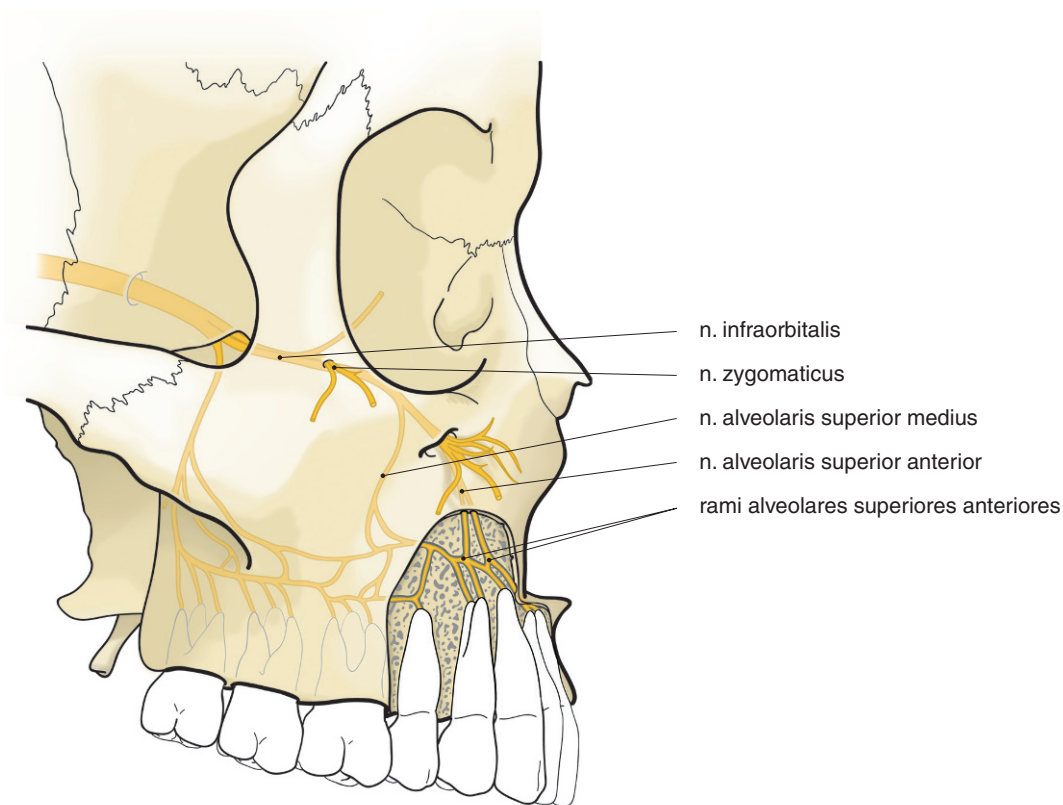
Het verloop van de n. maxillaris met zijn hoofdtakken.

5.2 Incisieven en cuspidaat

5.2.1 Anatomie

Voordat de n. infraorbitalis het foramen infraorbitale verlaat geeft de zenuw in het infraorbitale kanaal takken af naar de incisieven en de cuspidaat, de rami alveolares superiores anteriores. Deze zenuwtakjes verzorgen de sensibele innervatie van de pulpa van de incisieven en cuspidaat, alsmede de vestibulaire mucosa, de gingiva, het periost en het bot. Ze anastomoseran met takjes van de andere vestibulaire zijde (figuur 5.2). De n. nasopalatinus, die het foramen incisivum verlaat, zorgt voor de sensibele innervatie van het palatinale bot, periost en de mucosa (figuur 5.3). Door de relatief dunne en poreuze cortex van de maxilla verspreidt een extra periostale (infiltratie)anesthesie zich gemakkelijk in het maxillaire bot.

De wortelpunten van de centrale incisief en de cuspidaat bevinden zich aan de vestibulaire zijde van het bot, de wortelpunt van de laterale incisief aan de palatinale zijde. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het geven van infiltratieanesthesie, zeker wanneer verdoofd wordt voor een apexresectie. Het verloop van de rami alveolares superiores anteriores is van hoog lateraal naar laag mediaal. Daarom kan infiltratieanesthesie het beste lateraal, net boven de apex, worden gegeven.



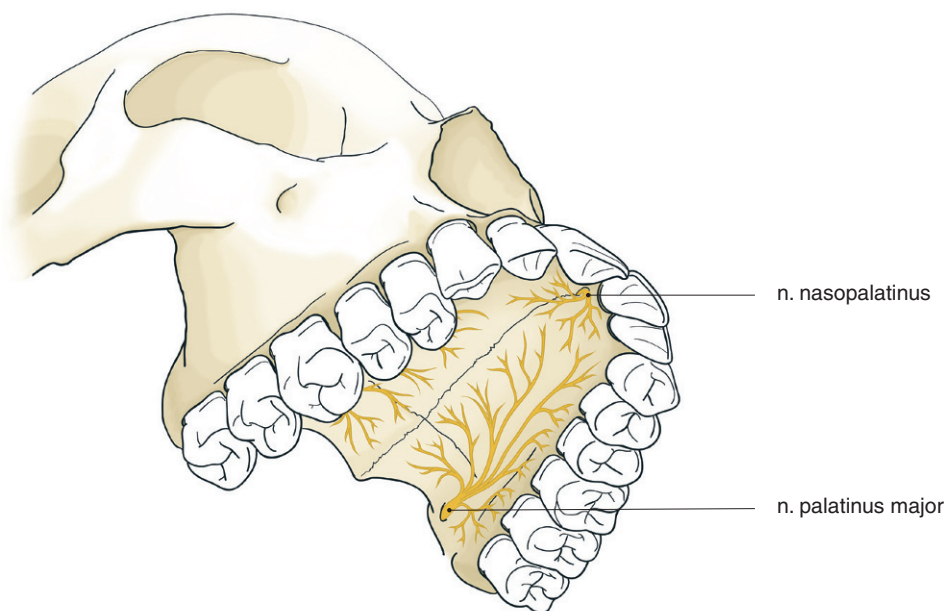
5.2.2 Indicatie

Bij caviteitspreparaties in het bovenfront is vestibulaire infiltratieanesthesie meestal voldoende. Hetzelfde geldt voor endodontische behandelingen. Wanneer een cofferdam wordt gebruikt, of bandjes en wiggetjes, is aanvullende palatinale verdoving soms noodzakelijk. Voor kroonpreparaties is het verstandig om vestibulair en palatinaal infiltratieanesthesie te gebruiken.

Bij chirurgische ingrepen in het bovenfront zoals parodontale chirurgie, implantologie, extractie en apexresectie is verdoving van een groter gebied geïndiceerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van geleidingsanesthesie en aanvullend infiltratieanesthesie. Door de grote mate van effectiviteit van geleidingsanesthesie in dit gebied kan de infiltratieanesthesie direct volgen op de geleidingsanesthesie. De n. infraorbitalis en n. nasopalatinus kunnen worden bereikt door geleidingsverdoving ter hoogte van het foramen infraorbitale en de papilla incisiva. Infiltratieanesthesie wordt vestibulair gegeven en zo nodig in de interdentale (palatinale) papillen. Desondanks wordt in uitzonderingsgevallen toch geen goede anesthesie bereikt. Hiervoor zijn intraossale vertakkingen van de n. nasopalatinus verantwoordelijk. Deze takjes kunnen worden verdoofd door middel van

Figuur 5.2

Vertakkingen van de n. infraorbitalis, voor- en nadat deze uittreedt via het foramen infraorbitale.



Figuur 5.3

Palatinale aspect van de bovenkaak met de n. nasopalatinus en de n. palatinus major.

een injectie of applicatie van een watje met verdovende zalf in de betreffende neusingang (figuur 5.4).

5.2.3 Techniek

Vestibulaire infiltratieanesthesie in het bovenfront vindt plaats door het optillen van de lip met de niet-injecterende hand, het zachtjes knijpen in de lip en vervolgens het prikken met de naald door het slijmvlies van de omslagplooï net boven de apex van het betreffende element. De carpule-

Figuur 5.4

Patiënt met wattenstaafje, gedrenkt in een oppervlakteanestheticum, in de neus om intraossale takjes van de n. nasopalatinus te verdoven.

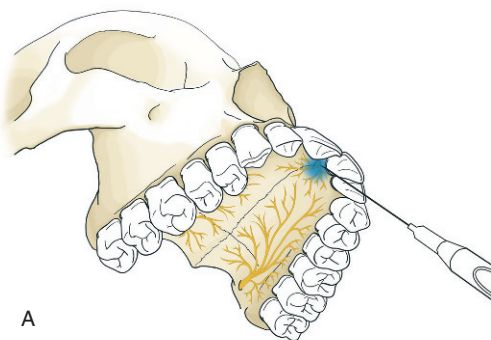




Figuur 5.5
Infiltratieanesthesie voor de
I₁ superior rechts.

spuit wordt hierbij parallel aan de lengteas van het gebitselement gehouden. De naald wordt niet meer dan 3 tot 5 mm ingebracht. Contact van de naaldpunt met het periost en het bot moet worden voorkomen en het injecteren geschiedt langzaam. Aspiratie wordt aanbevolen maar is niet echt noodzakelijk: er bevinden zich immers in dit gebied geen grote bloedvaten (figuur 5.5).

Palatinale infiltratieanesthesie wordt toegediend in de palatinale gingiva ter hoogte van het betreffende gebitselement. Deze verdoving is bijzonder pijnlijk indien de naald over het periost wordt opgeschoven en niet uiterst langzaam wordt geïnjecteerd. Het is daarom verstandig de naald tangenteel in te steken en niet op te schuiven, of over te gaan op palatinale geleidingsanesthesie voor de centrale en laterale incisie (figuur 5.6 A en B).



Figuur 5.6 A-B

Tekening (A) en foto (B) van de geleidingsanesthesie van de n. nasopalatinus. De naald wordt schuin in de papilla incisiva gestoken om beschadiging van de nervus en bloeding uit de vaten in de canalis nasopalatinus te voorkomen.

Bij de cuspidaat is meestal voldoende ruimte voor een verdoving ter hoogte van de overgang tussen het verticale en het horizontale deel van het palatum. De ruimte voor injectievloeistof sub- en supraparietaal is hier maximaal. Ook hier is een zeer langzame injectiesnelheid geboden.

De benodigde hoeveelheid lokaal-anestheticum is zowel vestibulair als palatinaal gering. Vestibulair is een kwart carpule per element voldoende, palatinaal maximaal een achtste carpule. Verdoving ter hoogte van de interdental papillen is bij parodontale of implantologische ingrepen soms noodzakelijk, maar is voor de patiënt pijnlijk. De tandarts dient daarom te wachten tot de vestibulaire en/of palatinale infiltratieanesthesie werkzaam is, alvorens de interdental papillen te verdoven.

Voor een beschrijving van de geleidingsanesthesie van de n. palatinus major en n. infraorbitalis zie paragraaf 7.2.

5.3 Premolaren

5.3.1 Anatomie

De sensibele innervatie van de eerste en tweede premolaar in de bovenkaak geschiedt vanuit de n. alveolaris superior, via de rami alveolares superiores medius en anteriores. De eerstgenoemde takken komen van hoog dorsaal en verlopen naar laag ventraal, de rami alveolares superiores anteriores komen van voor-boven (figuur 5.7).

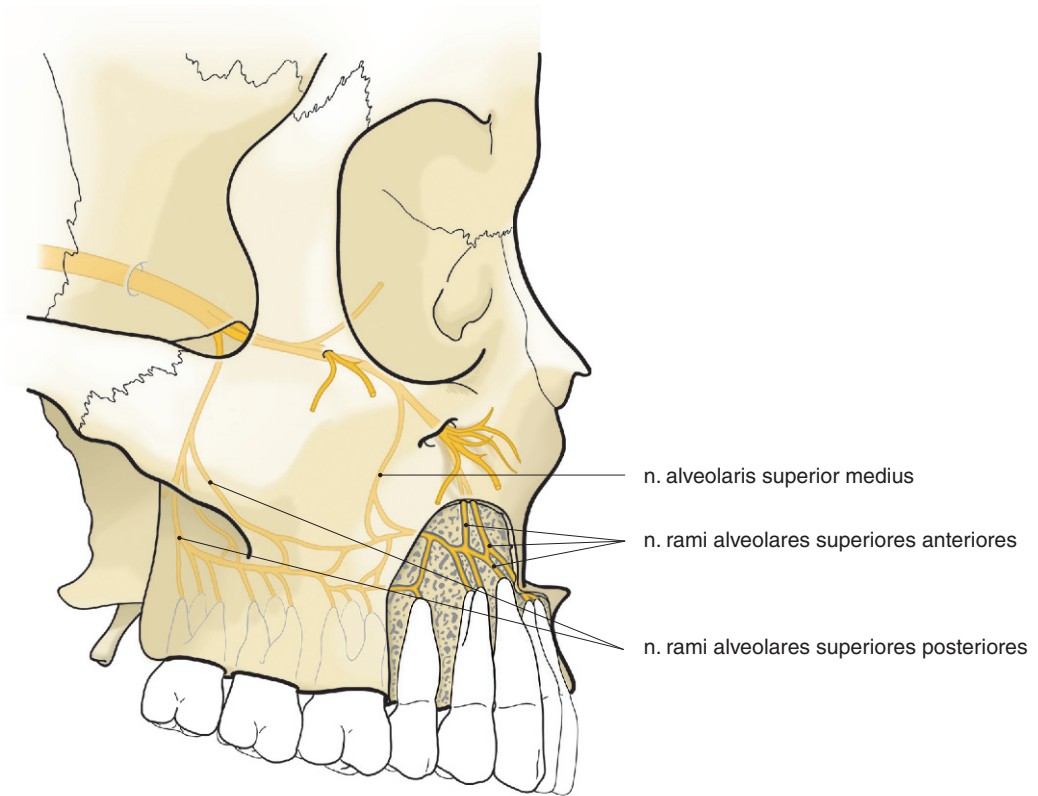
Voorts is van belang dat het laterale aspect van de bovenkaak op deze plaats concaaf is en de naald dus enigszins van buiten naar binnen moet worden ingebracht om dicht tegen het periost te kunnen injecteren. Ter hoogte van de eerste premolaar loopt bovendien de arteria facialis hoog in de omslagploo, waardoor aspiratie alvorens te injecteren geboden is.

Vanuit de palatinale zijde vindt de innervatie van het premolaargebied plaats door takken van de n. palatinus major en ook door naar dorsaal verlopende takjes van de n. nasopalatinus (zie figuur 5.3).

Aan de palatinale zijde, op de overgang van verticaal naar horizontaal, lopen naast de takken van de n. palatinus major ook de arteria en de vena palatina major. Door zorgvuldige aspiratie moet intravasale injectie worden vermeden. Het aanprikken van de arterie heeft hier bovendien het nadeel dat een langdurige bloeding ontstaat uit het prikgaatje. Anderzijds moet te oppervlakkig injecteren worden vermeden omdat hiervoor een hoge injectiedruk nodig is, waardoor de verdoving gepaard gaat met onnodig veel pijn en na de behandeling ischemische necrose van de palatumucosa kan optreden (zie paragraaf 9.8).

5.3.2 Indicatie

Bij caviteitspreparaties en endodontische behandelingen is een vestibulaire infiltratieverdoving voldoende. Indien de eerste premolaar van de bovenkaak (P_{1sup}) twee divergerende wortels heeft, is eventueel een aan-



vullende palatinale verdoving nodig. Ook bij kroonpreparaties is deze aanvullende palatinale verdoving noodzakelijk.

Bij chirurgische ingrepen zoals parodontale chirurgie, implantologie, extractie en apexresectie is een groter anesthesisch gebied vereist. Daartoe wordt vestibulair veel hoger dan de apices verdoofd en wordt palatinaal verdoofd ter hoogte van de apices op de overgang van het horizontale naar het verticale palatumdeel. Hoewel geleidingsanesthesie palatinaal mogelijk is wordt dit ontraden, omdat hiervoor twee injecties nodig zijn: één ter hoogte van het foramen palatinum majus en één ter hoogte van de papilla incisiva.

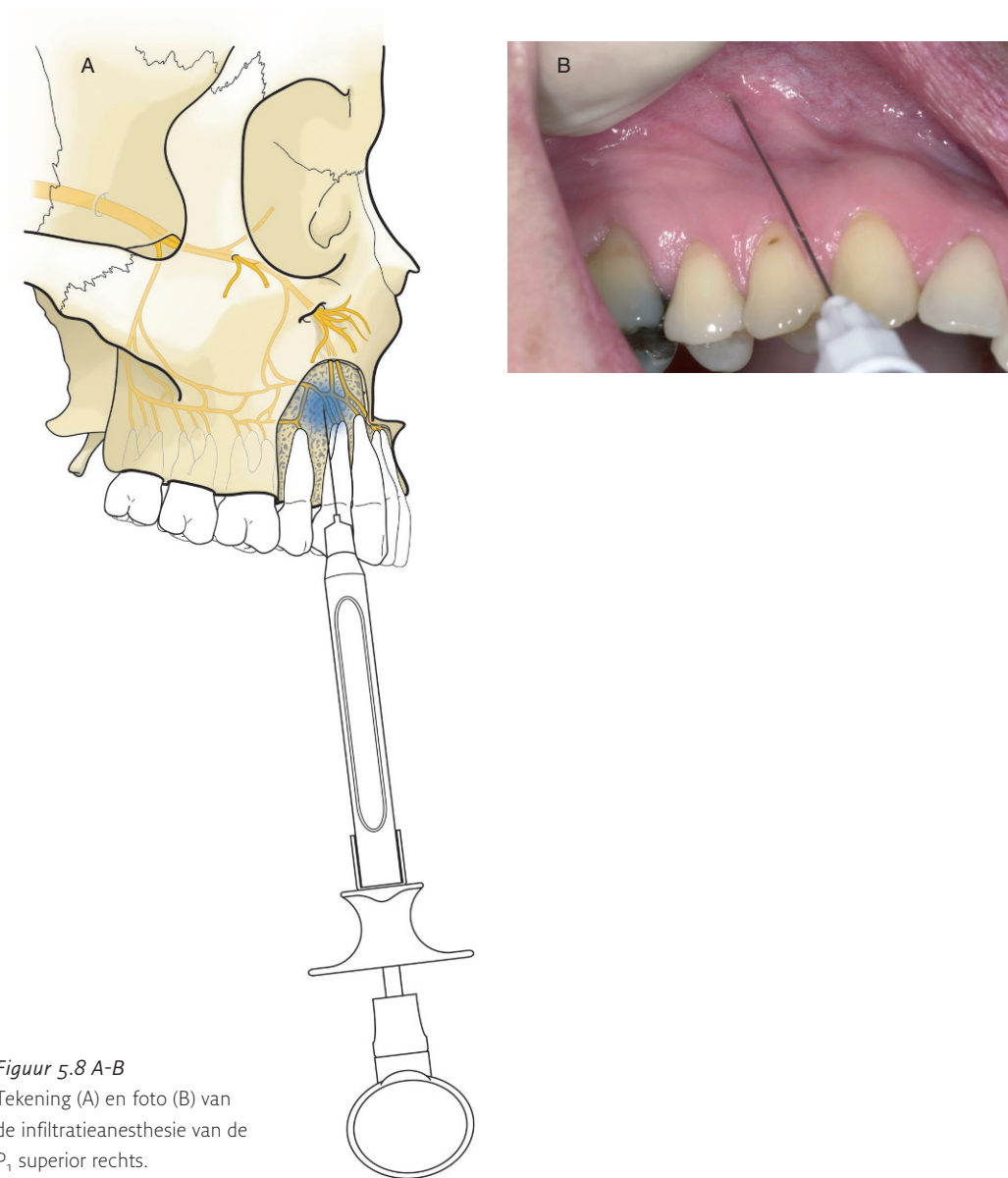
Figuur 5.7

Het verloop van de n. alveolaris superior en de rami alveolares superiores medius en anteriores.

5.3.3 Techniek

In de bovenkaak is de transversale breedte van de processus alveolaris het geringst ter hoogte van de cuspidaat en neemt naar dorsaal snel toe. De wortelpunten van de eerste premolaar liggen dus, indien ze tweewortelig en divergerend zijn, dicht onder respectievelijk de vestibulaire en palatinale cortex. De eenwortelige tweede premolaar heeft een wortelpunt die meer centraal in de processus alveolaris ligt. Bij het toedienen van lokale anesthesie moet hiermee rekening worden gehouden.

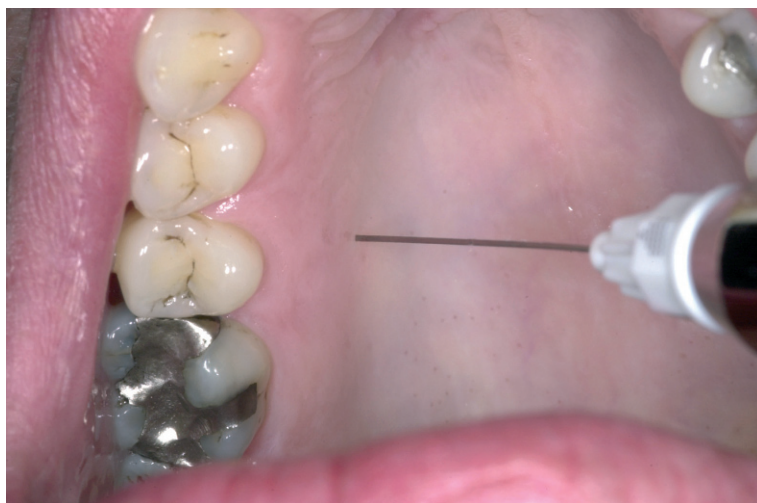
De mondhoeck wordt opgetild en met de niet-injecterende hand wordt



Figuur 5.8 A-B

Tekening (A) en foto (B) van de infiltratieanesthesie van de P₁ superior rechts.

voorzichtig in de lip geknepen. De penetratie van de vestibulaire mucosa door de naaldpunt wordt hierdoor amper gevoeld. Met de naaldpunt wordt vlak boven en dorsaal van de apex een klein depot anesthesievloeistof aangebracht (figuur 5.8A en B). Ter hoogte van de eerste premolaar moet beslist worden geaspireerd om een intravasale injectie te voorkomen. Indien toch intravasaal wordt gespoten voelt de patiënt een scherpe, korte pijnscheut in het gelaat en zal de huid van de wang en het onderooglid onmiddellijk verbleken (*blanching*).

**Figuur 5.9**

Palatinale infiltratieanesthesie van de P_1 en P_2 superior rechts. De naald wordt vanaf links ingebracht op de overgang van het horizontale naar het verticale palatumdeel.

De naald moet van buiten naar binnen worden ingebracht. Voor restauratieve tandheelkundige verrichtingen bevindt de naaldpunt zich ongeveer 5 mm boven de apices, voor chirurgische ingrepen is een meer craniale infiltratieanesthesie vereist.

Aan de palatinale zijde wordt de naald van contralateraal en rechtstandig ingebracht op de overgang van het horizontale naar het verticale palatumdeel (figuur 5.9). Na aspiratie wordt uiterst langzaam geïnjecteerd.

De hoeveelheid anesthesievloeistof bedraagt vestibulair ongeveer 1 ml en palatinaal maximaal 0,25 ml.

5.4 Molaren

5.4.1 Anatomie

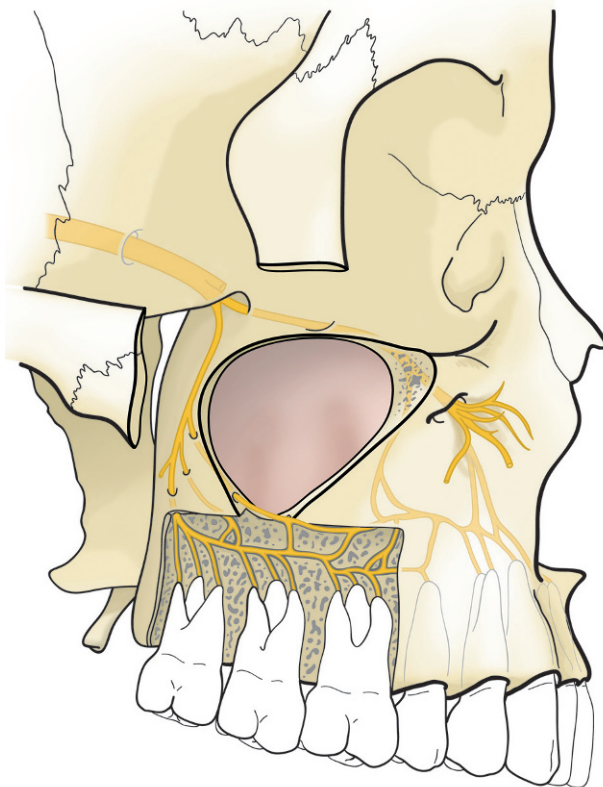
De rr. alveolares superiores posteriores innervieren de vestibulaire zijde van de molaarstreek van de bovenkaak. Deze takken van de $n.V_2$ ontspringen hoog in de fossa pterygopalatina en lopen langs de tuber maxillae naar laag ventraal. Ze voorzien de M_3 , M_2 en M_1 van sensibiteit, verzorgen het gevoel in de mucosa, de gingiva, het periost en het bot (figuur 5.10). De palatinale mucosa en de palatinale radix van de eerste molaar in de bovenkaak (M_{1sup}) worden geïnnerveerd door de n. palatinus major, eveneens afkomstig van de $n.V_2$ (zie figuur 5.3).

De crista zygomaticoalveolaris bevindt zich vestibulair boven de apices van de M_{1sup} . De aanhechtingsplaats is echter variabel waardoor zich soms vestibulair van de buccale radices M_{1sup} , afhankelijk van de lengte van de vestibulaire radices en de aanhechtingsplaats van de crista, een ondoordringbare corticale botlaag bevindt.

De wortels van de M_2 en doorgebroken M_{3sup} bevinden zich, afhankelijk van de mate van convergentie, min of meer centraal in het bot. De trans-

Figuur 5.10

Verloop van de n. alveolaris superior en de rami alveolares superiores posteriores.

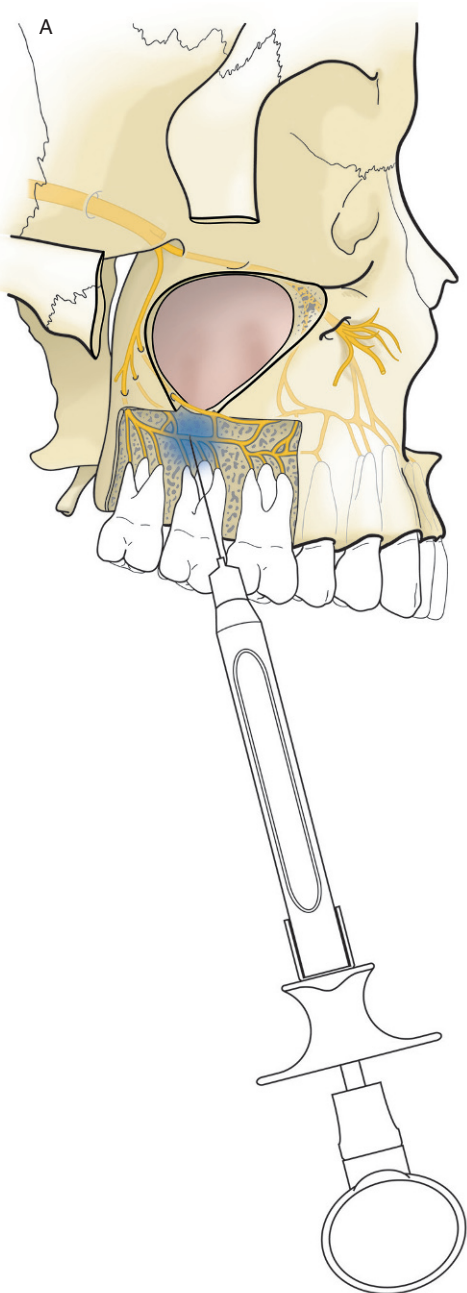


versale breedte van de processus alveolaris ter plaatse van de molaarstreek is zeer aanzienlijk waardoor meer verdovingsvloeistof nodig is voor een adequate pijnstilling. Hoog lateraal van de tuber maxillae bevindt zich de veneuze plexus pterygoideus.

5.4.2 Indicatie

Bij caviteitspreparaties in de M_{1sup} is zowel een vestibulaire als een palatinale infiltratieanesthesie nodig. Bij de tweede en eventueel bij de derde molaar in de bovenkaak kan bij deze indicatie worden volstaan met alleen vestibulaire verdoving. Voor endodontische behandeling van dit gebied geldt hetzelfde. Indien er sprake is van lange buccale wortels van de M_{1sup} en/of een laaggeplaatste crista zygomaticoalveolaris, moet infiltratieanesthesie achter de crista worden gegeven, dus hoger en meer naar dorsaal.

Bij operatieve behandelingen, zoals parodontale chirurgie, implantologie, extractie of apexresectie (van de vestibulaire wortels) is geleidingsanesthesie hoog boven de tuber maxillae en ter plaatse van het foramen palatinum majus, aangevuld met enige vestibulaire infiltratieanesthesie, gebruikelijk. De techniek van een hoge tuberanesthesie wordt beschreven in paragraaf 7.1.1.



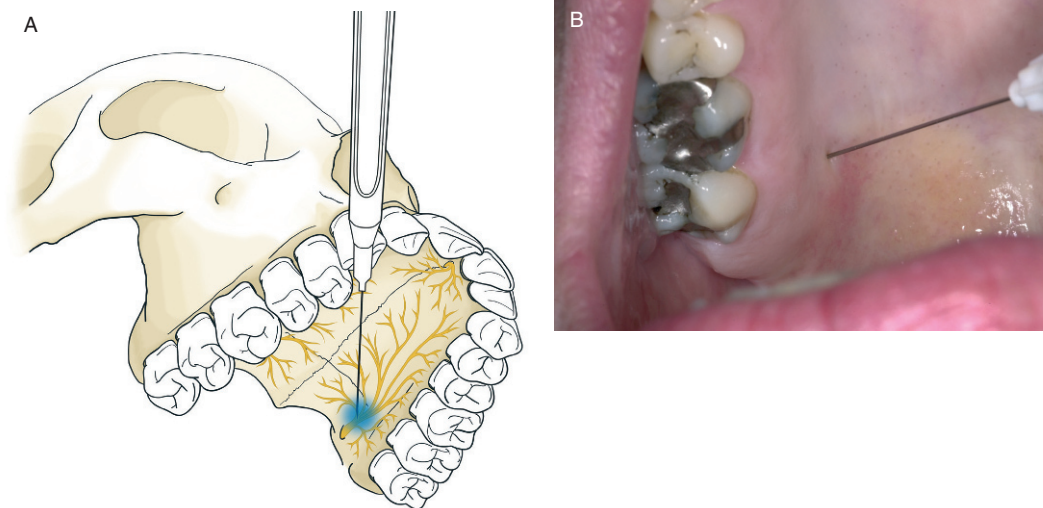
Figuur 5.11 A-B

Tekening (A) en foto (B) van de infiltratieanesthesie van de M₂ superior rechts. De naald wordt enigszins van buiten naar binnen gestoken.

Geleidingsanesthesie van de n. palatinus major geschiedt rechtstandig vanuit de contralaterale mondhoek. De naald moet niet te diep in de richting van het foramen worden gestoken om beschadiging van de zenuw en aanprikken van de arterie te voorkomen. Aspiratie is gewenst alvorens daadwerkelijk te injecteren.

De hoeveelheid anesthesievloeistof bedraagt bij vestibulaire infiltratie-anesthesie ongeveer 1 tot 1,5 ml en voor de palatinale infiltratieanesthesie of geleidingsanesthesie is niet meer dan 0,25 ml nodig.

Patiënten kunnen bij een infiltratieanesthesie in de molaarstreek van de bovenkaak aangeven de indruk te hebben dat de verdoving niet werkt. Ze vergelijken het gevoel dat ze bemerken met het gevoel dat ze kennen van een infiltratieanesthesie in de premolaarregio of het front in de bovenkaak of met mandibulaire geleidingsanesthesie. Het is daarom verstandig patiënten tevoren dit verschil in gevoel te verklaren.

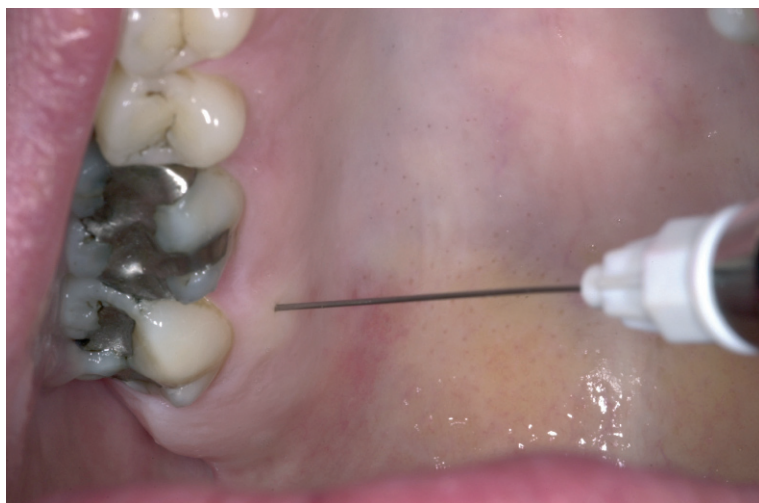


Figuur 5.12 A-B

Tekening (A) en foto (B) van de palatinale geleidingsanesthesie van n. palatinus major. Alvorens te injecteren dient men eerst zorgvuldig te aspireren!

5.4.3 Techniek

Infiltratieanesthesie aan de vestibulaire zijde van de bovenmolaren geschiedt schuin van voren. De kaak is hier vlak tot bol. De crista zygomaticoalveolaris steekt uit naar buiten en bevindt zich ter hoogte van de eerste molaar. De punt van de naald bevindt zich juist boven en dorsaal van de apices (figuur 5.11A en B). Bij de eerste molaar is het soms nodig om achter de crista en wat hoger te injecteren, in verband met de onbereikbaarheid van de vestibulaire wortels door de dikke cortex. Voor de palatinale zijde is infiltratieanesthesie bij de eerste molaar en geleidingsanesthesie bij de tweede en derde molaar van de n. palatinus major voldoende (figuur 5.12A en B). Bij extractie van de tweede en doorgebroken derde molaar is ook een achtste carpule vlak bij de sulcus gingivalis aan de palatinale zijde toereikend (figuur 5.13). Voor beschrijving van de techniek van de hoge tuberaanesthesie, zie paragraaf 7.1.1.



Figuur 5.13
Palatinale infiltratieanesthesie van de gingiva ter hoogte van de M_2 superior rechts.

5.5 De geïmpacteerde derde molaar in de bovenkaak

5.5.1 Anatomie

De geïmpacteerde derde molaar in de bovenkaak (M_{3sup}) bevindt zich meestal geheel in de tuber maxillae met een lichte mesiovestibulaire inclinatie. De buccale cortex is hier erg dun. Iets hoger en wat meer lateraal bevindt zich de veneuze plexus pterygoideus. Achter de tuber en hoger in de fossa pterygopalatina lopen takken van de $n.V_2$ en de arteria en vena maxillaris. Aan de palatinale zijde van de geïmpacteerde M_{3sup} bevinden zich het foramen palatinum majus en de foramina palatina minora, waaruit de nn. palatini komen die de palatinale gingiva en het palatum molle innervieren. Uit het foramen palatinum majus komen ook de arteria en vena palatina major. Zowel lateraal, dorsaal als mediaal van de geïmpacteerde M_{3sup} is dus sprake van een rijk geïnnerveerd en gevasculariseerd gebied. Chirurgie buiten het periost is hier riskant.

5.5.2 Indicatie

In de tandheelkundige praktijk zal in dit gebied uitsluitend lokale anesthesie worden gegeven voor het verwijderen van een geïmpacteerde M_{3sup} of voor het winnen van bot ten behoeve van een pre-implantologische behandeling elders in de mondholte.

5.5.3 Techniek

Verdoving van de gehele n. palatinus major en zo nodig ook van de nn. palatini minores geschiedt door middel van geleidingsanesthesie. Vanuit de contralaterale mondhoek wordt met de naaldpunt geprikt in de richting van de foramina palatina majus en minora (figuur 5.12A en B). Voor-

komen moet worden in de nervus te prikken of de arterie aan te prikken. Aspiratie is dus noodzakelijk. Ongeveer 0,25 ml anesthesievloeistof is voldoende. Voor de techniek van de hoge tuber maxillae anesthesie wordt verwezen naar paragraaf 7.1.1.

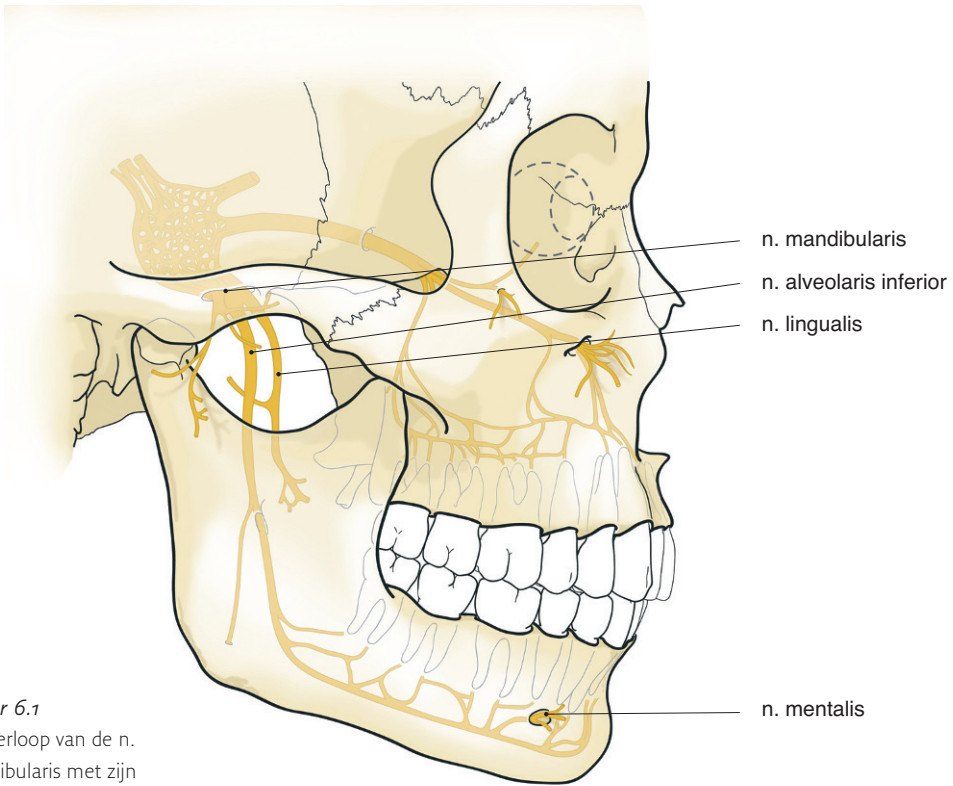
6.1 Inleiding

De vestibulaire cortex bij de premolaren en molaren van de onderkaak bemoeilijkt de diffusie van anesthesievloeistof naar de apices van deze gebitselementen, die centraal in het kaakbot zijn gelegen. Bij volwassenen is mandibulaire geleidingsanesthesie noodzakelijk voor een effectieve verdoving. In het gebied van de ondercuspidaat en incisieven is de cortex dunner en liggen de wortelpunten aan de vestibulaire zijde van de kaak. Hier is infiltratieanesthesie effectief.

De n. mentalis verlaat de kaak door het foramen mentale en innerveert de vestibulaire mucosa en gingiva, de onderlip en de huid van de kin. Verdoving van de n. mentalis leidt bij volwassenen dus niet tot verdoving van gebitselementen. Bij kinderen treedt wel anesthesie van de premolaren op, omdat door diffusie door de dunnere cortex de apex van deze gebitselementen wordt bereikt.

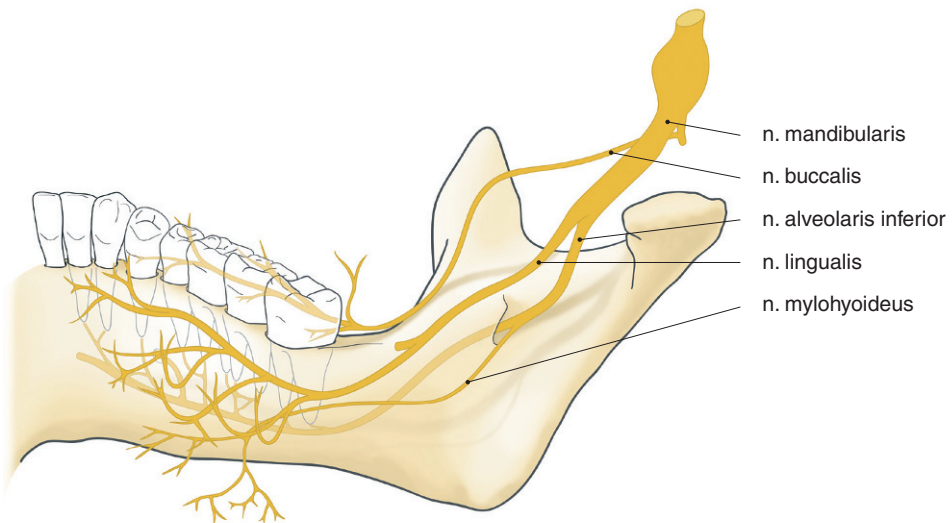
De linguale zijde van de mandibula wordt geïnnerveerd door de n. lingualis. Deze zenuw kan zowel door middel van geleidingsanesthesie als door infiltratieanesthesie worden verdoofd. Herhaald prikken voor infiltratieanesthesie aan de mondbodemzijde van de onderkaak moet worden vermeden, gezien het risico op een prikhematoom in combinatie met het verslepen van bacteriën met de injectienaald. Een hierdoor veroorzaakte flegmoneuze ontsteking van de mondbodem is een levensbedreigende complicatie.

Geleidingsanesthesie van de n. buccalis is mogelijk. Deze zenuw komt van hoog linguaal en kruist de voorrand van de ramus mandibulae boven het vlak van occlusie. Vervolgens loopt de n. buccalis caudoventraal verder om de vestibulaire mucosa en gingiva te innervieren in het gebied van de (doorgebroken) M_{3inf} tot en met de P_{2inf} . Omdat de hoogte waar de n. buccalis de mandibula kruist varieert, is infiltratieanesthesie vestibulair van het betreffende gebitselement ook een uitstekende methode om de gingiva en mucosa te verdoven (figuur 6.1 en 6.2).



Figuur 6.1

Het verloop van de n. mandibularis met zijn hoofdtakken.



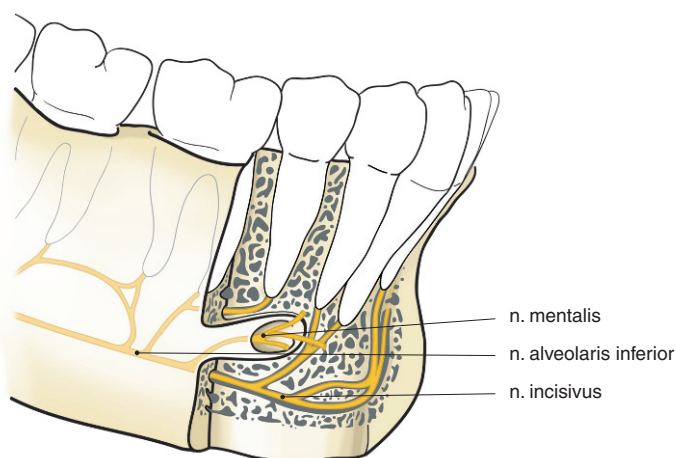
Figuur 6.2

Mediaan aanzicht van het verloop van de n. mandibularis en zijn takken; de n. buccalis, n. lingualis en n. alveolaris inferior.

6.2 Incisieven en cuspidaten

6.2.1 Anatomie

Nadat de n. alveolaris van de n.V₃ is afgesplitst loopt de zenuw naar lateraal en betreedt het foramen mandibulae. Ter hoogte van het foramen mentale geeft de n. alveolaris inferior een tak af, de n. mentalis, om vervolgens verder te gaan als de n. incisivus. De n. incisivus loopt niet meer in een benig kanaal en heeft kleine aftakkingen naar de wortelpunten van de ondercuspidaat en incisieven (figuur 6.3). In het symfysegebied van de onderkaak is er in het bot zowel linguaal als vestibulair sprake van sensibele anastomosen vanuit de contralaterale zijde. Met name bij uitgebreide chirurgische handelingen in het onderfront moet hiermee rekening worden gehouden.



Figuur 6.3

Het verloop van de n. mentalis en de n. incisivus.

De wortelpunten van de onderincisieven en cuspidaat bevinden zich tegen de vestibulaire cortex. Ter hoogte van de I_{2inf} hecht de m. mentalis aan de kaak waardoor infiltratieanesthesie in dit gebied pijnlijk en minder effectief kan zijn.

6.2.2 Indicatie

Bij caviteitspreparaties en endodontische behandeling in het onderfrontgebied is een vestibulaire infiltratieanesthesie voldoende, tenzij cofferdam en/of bandjes en wiggetjes worden toegepast. In dat geval is het nodig om linguaal, of eventueel de interdental papil aan de linguale zijde, aanvullend te verdoven.

Bij chirurgische behandelingen in het onderfront wordt eveneens gebruikgemaakt van infiltratieanesthesie. De naald wordt hier wat meer caudaal van de apex ingestoken. Rekening moet worden gehouden met sensibele anastomosen door ook de contralaterale zenuwtakjes te verdoven. Ook de aanhechtingsplaats van de mimische spieren, zoals de m.

orbicularis oris en de m. mentalis, verdient speciale aandacht tijdens het verdoven. Injectie in deze spieren veroorzaakt een bloeding, is pijnlijk en leidt niet tot een goede anesthesie.

6.2.3 Techniek

Bij infiltratieanesthesie in het onderfront wordt met de niet-injecterende hand de lip naar voren getrokken en wordt zachtjes in de lip geknepen op het moment dat de naaldpunt de mucosa penetreert. De naald wordt vlak onder de apex van het te verdoven element, tot het bot, ingebracht. Bij voorkeur wordt de naald verticaal ingestoken en niet opgeschoven tot onder het periost. De operator zit of staat hierbij achter de patiënt in een 11 tot 1 uur-positie. Voor infiltratieanesthesie van de linguale mucosa en gingiva wordt dezelfde positie gekozen. Indien men vanuit 8 tot 9 uur-positie verdooft, kan de naald bij de linguale injectie beter 45 à 90 graden worden gebogen (figuur 6.4). Een nadeel hiervan is dat de naald niet meer teruggeschoven kan worden in de beschermdop. Bij de linguale verdoving moet het ontstaan van een prikhematoom worden voorkomen.

Bij chirurgische behandelingen in het onderfront, zoals uitgebreide pre-implantologische behandelingen (bijv. een kinbottransplantaat) of implantologische behandelingen (twee of vier wortelimplantaten) wordt bilaterale mandibulaire geleidingsanesthesie aanbevolen, lokaal aangevuld met infiltratieanesthesie. Het totaal aantal benodigde injecties wordt hierdoor sterk beperkt, evenals de kans op hematomen en infecties. Bovendien kan worden volstaan met maximaal 4-6 ml anesthesievloeistof.

Het is in deze situatie aan te bevelen eerst dubbelzijdig een mandibulair blok te geven en vervolgens te wachten, totdat de patiënt spontaan aangeeft dat de onderlip en de tongrand beiderzijds gaan tintelen, alvorens vestibulair infiltratieanesthesie te geven.

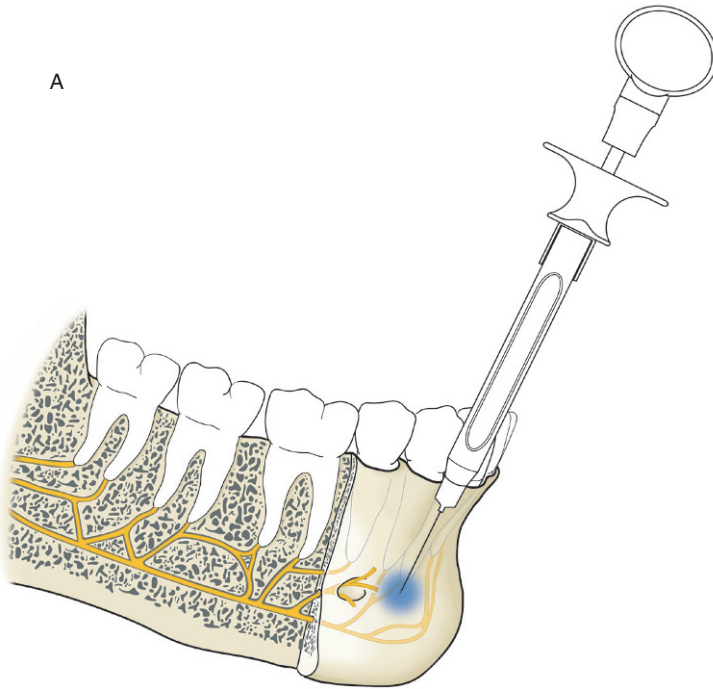
6.3 Premolaren

6.3.1 Anatomie

De innervatie van de premolaren in de onderkaak geschiedt in het bot door de n. alveolaris inferior, vestibulair door de n. buccalis (bij de P_{inf} tevens door de n. mentalis) en linguaal door de n. lingualis. Door de dikte en de ondoordringbaarheid van de vestibulaire cortex voor anesthesievloeistof is infiltratieanesthesie voor pijnlijke behandeling van (de pulpa van) de premolaren bij volwassen patiënten niet goed mogelijk.

Geleidingsanesthesie van de n. mandibularis, dat wil zeggen van de n. alveolaris inferior en de n. lingualis, ligt daarom voor de hand, zo nodig lokaal aangevuld met infiltratieanesthesie van de takjes van de n. buccalis (figuur 6.5). De n. mentalis bevindt zich lager dan de apices en precies tussen de beide premolaren. Geleidingsanesthesie van de takken van de n. mentalis moet oppervlakkig worden gegeven om beschadiging van de n.

A

**Figuur 6.4 A-B**

Tekening (A) en foto (B) van de infiltratieanesthesie van de I₂ inferior rechts. De vestibulaire gingiva wordt hierbij eveneens verdoofd. Om de linguale gingiva te verdoven is een injectie in de mondbodem nodig.

B



mentalis en daardoor langdurige anesthesie van de helft van de onderlip te voorkomen.

Indien wordt gekozen voor een combinatie van geleidingsanesthesie van de n. mandibularis en lokale infiltratie moet uiteraard eerst het mandibulaire blok worden gegeven. Aanvullend wordt lokaal geïnfiltriseerd als de patiënt spontaan meldt dat de helft van de onderlip en de tongrand

Figuur 6.4C

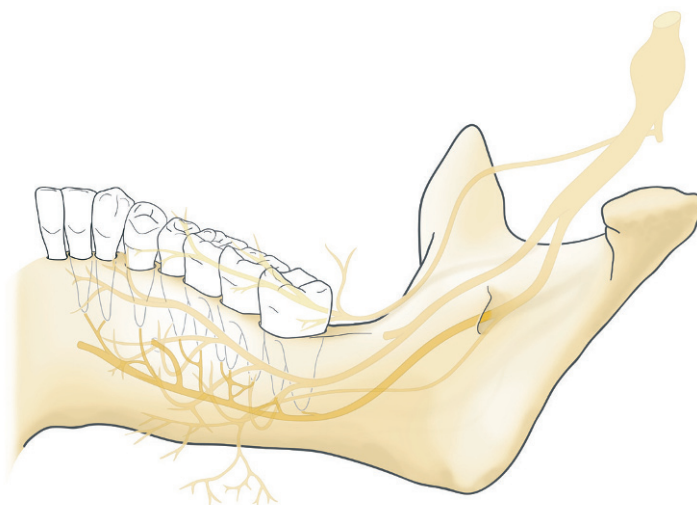
Linguale verdoving met een gebogen naald met de tandarts in een 8 tot 9 uur-positie.

**Figuur 6.4D**

Linguale verdoving met een niet-gebogen naald, waarbij de tandarts zich in een 11 tot 12 uur-positie bevindt.

**Figuur 6.5**

Het verloop van de takken van de n. mandibularis in het premolaargebied.



beginnen te tintelen. Wanneer blijkt dat door de geleidingsanesthesie van de n. mandibularis de n. alveolaris inferior wel is verdoofd maar de n. lingualis niet, volstaat linguale infiltratieverdooving ter hoogte van de betreffende premolaar. In het algemeen moet een hernieuwde mandibulaire blokinjectie worden voorkomen, omdat door de reeds ingetreden (partiële) verdooving een waarschuwende reactie van de patiënt bij het aanprikken van de n. lingualis of n. alveolaris inferior achterwege zal blijven.

6.3.2 Indicatie

Bij caviteitpreparaties en endodontische behandelingen wordt gekozen voor een mandibulair blok, indien nodig vestibulair aangevuld met infiltratieanesthesie (figuur 6.6). Hetzelfde geldt voor uitgebreide chirurgische behandelingen zoals parodontale chirurgie, implantologie, extractie en apexresectie, waarbij de vestibulaire infiltratieanesthesie uitgebreider is en meer caudaal. Daarbij wordt extra aandacht gevraagd voor het verloop van de n. mentalis. Het is uiterst ongewenst om bij deze aanvullende verdooving deze zenuw te beschadigen door ongewild aanprikken.



Figuur 6.6

Vestibulaire infiltratieanesthesie ter hoogte van de M₁ inferior rechts, ter verdooving van takken van de n. buccalis.

6.3.3 Techniek

Verdooving van de n. mandibularis, dat wil zeggen de n. alveolaris inferior en de n. lingualis, geschiedt in één injectie. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een carpulespuit met aspiratiemogelijkheid en een 25-gauge naald met een lengte van 35 mm.

Bij de verdooving van de n. mandibularis bevindt de naaldpunt zich in de pterygomandibulaire loge. Deze loge wordt ventraal begrensd door de mucosa van de voorste pharynxbogen. Op dit punt wordt de injectienaald in de pterygomandibulaire loge gebracht. Aan de laterale zijde wordt deze

loge begrensd door de opstijgende tak van de onderkaak, dorsaal door het mediane deel van de glandula parotis en de huid. Caudaal bevindt zich de aanhechting van de m. pterygoideus medialis die ook mediaan de grens van de loge bepaalt. Craniaal zorgt de m. pterygoideus lateralis voor de bovengrens.

In de loge lopen de n. mandibularis, n. alveolaris inferior, n. lingualis, n. buccalis en takken van de arteria en vena maxillaris. Naar ventro-caudaal gaat de loge over in de submandibulaire loge en naar caudo-craniaal in de parafaryngeale en retrofaryngeale loge die uiteindelijk uitkomen in het mediastinum en het pericard.

6.4 De directe en indirecte methode

De binnenzijde van de ramus mandibulae is naar dorsaal min of meer divergerend. Voor de verdoving van de n. mandibularis ('mandibulair blok') kunnen daarom verschillende technieken worden gebruikt, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de zogenaamde directe en indirecte methode.

De directe methode wordt vanaf de homolaterale zijde uitgevoerd. Hierbij bestaat echter het risico dat de anesthesievloeistof te ver mediaal wordt aangebracht. Dit heeft geleid tot de indirecte methode, die vanuit de contralaterale mondhoek wordt uitgevoerd. Hierbij bestaat echter het gevaar dat de m. pterygoideus medialis wordt beschadigd of dat daarin anesthesievloeistof wordt geïnjecteerd. Dat leidt tot postoperatieve trismus die dagen tot weken kan aanhouden en het ontstaan van een hematoom in deze loge. De directe methode kent deze bezwaren echter niet, maar mist de relatieve zekerheid van een verdoving die daadwerkelijk effectief is.

Bij het toedienen van verdoving zowel met de directe als de indirecte methode is een aantal kenmerkende anatomische structuren van groot belang. De volgende anatomische structuren bepalen de plaats, de richting en de insteekdiepte van de naald:

- *het vlak van occlusie.* De verdoving wordt gegeven parallel aan het vlak van occlusie, ongeveer één vingerhoogte daarboven (1-1,5 cm).
- *het diepste punt van de voorzijde van de ramus mandibula.* Wanneer met de niet-injecterende hand de voorzijde van de mandibula wordt afgetast, blijkt de ingang van de canalis mandibulae zich op dezelfde hoogte als het diepste punt te bevinden.
- *de driehoek aan de voorzijde van de pterygomandibulaire loge* die wordt gevormd door het slijmvlies van de wang dat overloopt naar de keel en de plica pterygomandibularis, die van het palatum naar het trigonum retromolare loopt. De naald moet midden in deze driehoek worden gestoken.
- Met de duim van de niet-injecterende hand wordt de voorzijde van de ramus afgetast, terwijl drie vingers van dezelfde hand de achterzijde van de ramus aftasten. *Precies halverwege de duim en de vingers* bevindt zich de lingula mandibulae, waar de n. alveolaris de kaak binnengaat. Bij volwassenen ligt de lingula precies in het midden van de afstand voorrand-

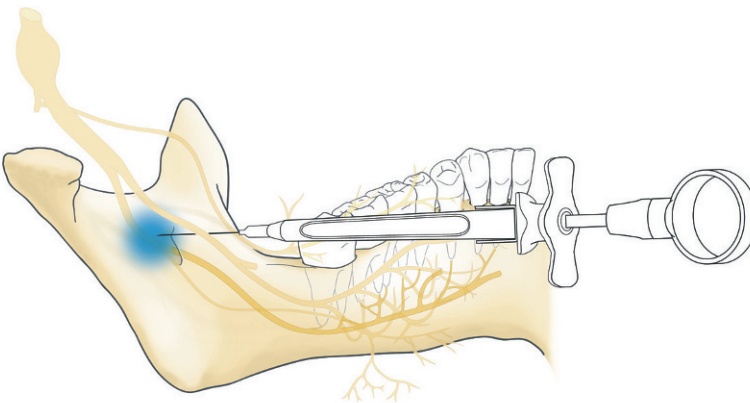
achterrاند, bij kinderen ligt de lingula op een derde van voren. Hierdoor wordt de diepte van de insteek van de naald bepaald (figuur 6.7).



Figuur 6.7

Linguale aspect van een volwassen mandibula met de lingula precies in het midden van de afstand voorrand-achterrاند.

Bij de *indirecte methode* wordt verdoofd vanuit de contralaterale mondhoek en wordt de carpulespuit tijdens het opvoeren van de naald verplaatst naar het midden van de mondopening. Bij de *directe methode* wordt verdoofd vanuit de homolaterale mondhoek en wordt tijdens het opvoeren van de naald de carpulespuit zo nodig verplaatst naar het midden van de mondopening. Getracht moet worden de naald tijdens het opvoeren zo dicht mogelijk langs het bot te bewegen zonder onnodig het periost te raken. Hierbij is tevens van belang de bevel van de naald zo te houden dat deze bij het opvoeren van de naald niet vasthaakt in het periost.



Figuur 6.8 A

Mandibulaire geleidingsanesthesie. De tekening toont de positie van de naaldpunt ten opzichte van het foramen mandibulare.

Figuur 6.8 B1 en B2

De techniek van mandibulaire geleidingsanesthesie rechts vanuit de linker mondhoek (indirecte methode). De naald wordt geprikt tot op het bot, een fractie teruggetrokken en vervolgens wordt de carpulespuit naar het midden van de mond bewogen en voorzichtig opgeschoven totdat nog ongeveer 1 cm van de naald zichtbaar is. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.



Van de niet-injecterende hand wordt de duim gebruikt om het diepste punt van de rechter ramus op te zoeken en met de vingers de achterzijde af te tasten. De naald wordt nu parallel aan het occlusale vlak gehouden, ongeveer één vingerhoogte daarboven. De punt van de naald wordt nu ingebracht in het midden van de slijmvliesdriehoek totdat botcontact wordt gevoeld. De naald wordt nu voorzichtig opgeschoven door de spuit naar het midden van de mondholte te brengen en evenwijdig te houden met het vlak van occlusie. De mate van divergentie van de binnenzijde van de ramus mandibulae verschilt van persoon tot persoon. Wanneer nog ongeveer één centimeter van de naald zichtbaar is en de punt zich precies in het midden bevindt van de afstand tussen voor- en achterzijde van de ramus, wordt zorgvuldig geaspireerd. Daarna wordt ongeveer 1,5 ml verdovingsvloeistof geïnjecteerd (figuur 6.8). De naald wordt nu ongeveer

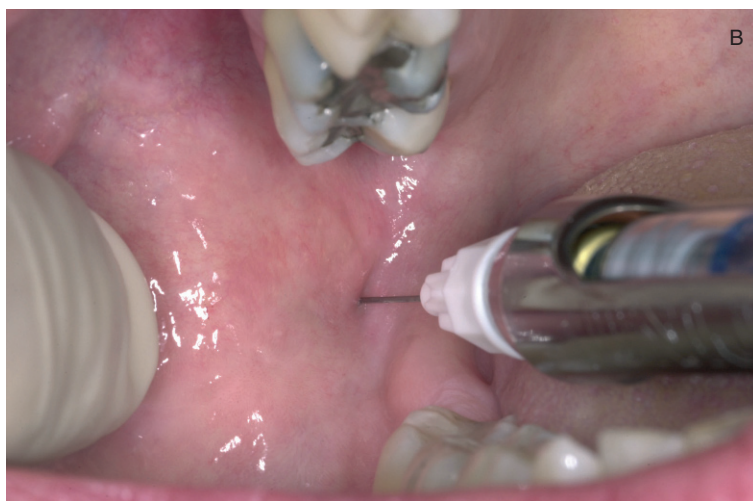
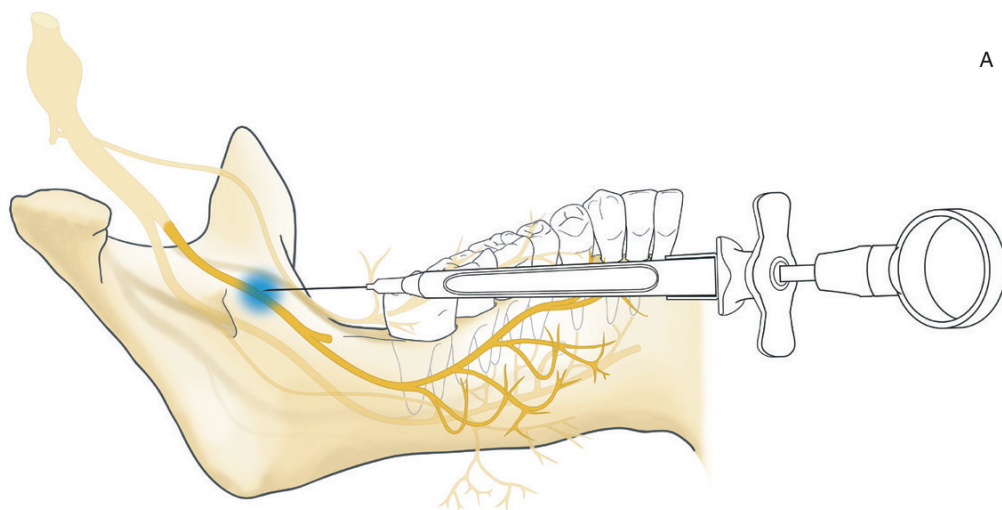
**Figuur 6.8 C1 en C2**

Mandibulaire geleidingsanesthesie rechts vanuit de rechter mondhoek gezien (directe methode). De mond wordt maximaal geopend en de naald wordt aan de linguale zijde van de ramus mandibulae ingebracht en voorzichtig opgeschoven totdat nog 1 cm van de naald zichtbaar is. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.



1 cm teruggetrokken en moet opnieuw worden geaspireerd. Vervolgens wordt het resterende deel van de carpule ingespoten om de n. lingualis te verdoven (figuur 6.9).

De carpulespuit wordt nu uit de mond genomen. De patiënt sluit de mond en wordt gecompimenteerd met de medewerking bij het verdoven. Tevens wordt gevraagd naar de ervaringen van de patiënt. 'Was het pijnlijk? Merkt u al iets van de verdoving?' Zo nodig wordt de carpule vervangen en volgt verdoving van de n. buccalis, ook één vingerhoogte boven het vlak van occlusie precies aan de voorrand van de ramus. Op dit punt kruist de van hoog linguaal komende n. buccalis de voorrand op weg naar beneden voor de vestibulaire innervatie van de gingiva en mucosa in de regio M_3-P_{inf}



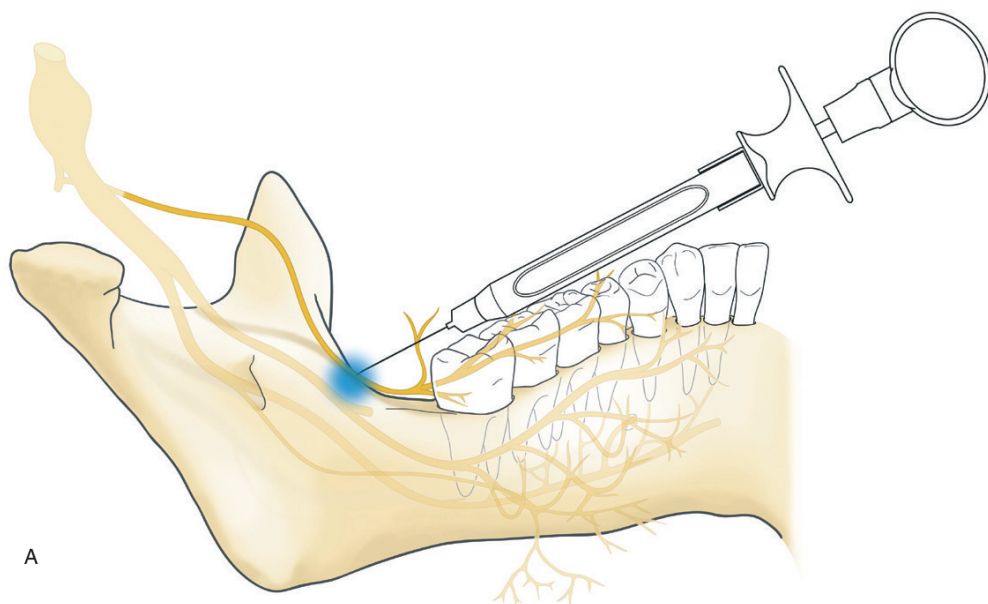
Figuur 6.9 A-B

Tekening (A) en foto (B) van geleidingsanesthesie van de n. lingualis rechts. Na een mandibulair blok wordt de naald ongeveer 1 cm teruggetrokken. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.

(figuur 6.10). Het verloop van de n. buccalis is echter nogal wisselend zodat ook gekozen kan worden voor infiltratieanesthesie van deze zenuw, vestibulair van het te verdoven element.

Ongeveer twee tot drie minuten na het toedienen van een mandibulair blok geeft de patiënt aan dat de mondhoek, de onderlip, de tongrand en tongpunt beginnen te tintelen en vreemd aanvoelen. Een minuut later zullen onderlip en tong halfzijdig verdoofd zijn en kan de behandeling beginnen.

Een ervaren tandarts die rekening houdt met eerdergenoemde kenmerkende anatomische structuren zal in ongeveer 85 procent van de gevallen een goede mandibulaire anesthesie bereiken. Door individuele anatomische verschillen, zoals een progene mandibula, een afwijkende hoek tus-



A



B

Figuur 6.10 A-B

Tekening (A) en foto (B)
Geleidingsanesthesie van de
n. buccalis, die van hoog
linguaal komt, de voorrand
van de ramus kruist (ter
hoogte van de vinger) en
vervolgens naar laag
vestibulair loopt.

sen het horizontale en verticale deel van de mandibula, of het ontbreken van gebitselementen, kan de geleidingsanesthesie falen.

Het missen van de lingula is de belangrijkste reden voor een ineffectief mandibulair blok. De punt van de injectienaald bevindt zich dan te ver naar mediaal, te laag of te ver naar dorsaal. Naast het falen van de blokkade komen ook andere complicaties voor. In ongeveer 15 procent van de gevallen wordt bloed geaspireerd. Daarnaast is het mogelijk de n. lingualis of de n. alveolaris inferior aan te prikken. Bij een positieve aspiratie of het aanprikken van een nervus is het voldoende de naald enkele millimeters

terug te trekken. Een te diepe positie van de naald kan leiden tot lokale anesthesie binnen het kapsel van de glandula parotis. Hierdoor kan eenzijdige paralyse van de n. facialis optreden, die gelukkig slechts enkele uren aanhoudt.

Indien het mandibulair blok niet blijkt te werken kan opnieuw worden verdoofd. Tijdens deze tweede injectie bestaat de kans dat aanprikken van de n. lingualis, n. alveolaris inferior of n. mandibularis niet meer wordt gevoeld, en de zenuw onopgemerkt door patiënt en operateur wordt beschadigd. Het is daarom soms aan te bevelen, vooral wanneer de n. lingualis wel en de n. alveolaris inferior niet is verdoofd, over te gaan op intraligamentaire anesthesie. Bovendien heeft ‘bijspuiten’ het nadeel dat in de pterygomandibulaire loge langzaam een ‘zuur milieu’ ontstaat door toevoeging van opnieuw 1,7-1,8 ml anesthesievloeistof met een lage pH. In dit zure milieu neemt de geïoniseerde vorm van het anestheticum toe. Deze kan de membraan niet passeren waardoor de werkzaamheid van het lokaal-anestheticum afneemt.

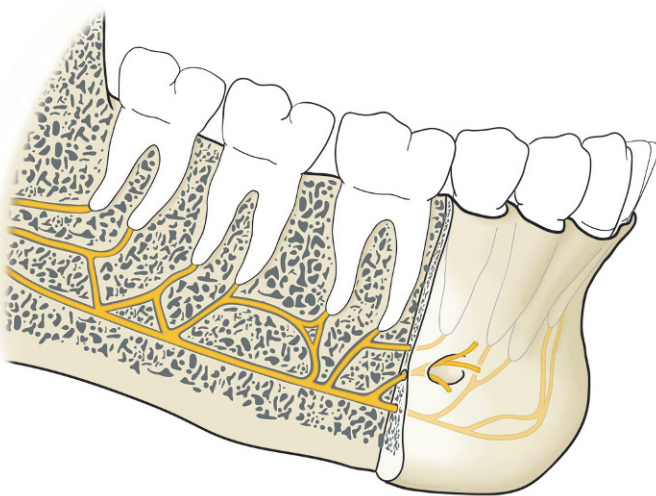
Mandibulairanesthesie aan de linkerzijde van de patiënt vindt op dezelfde wijze plaats als aan de rechterzijde. Het enige verschil is dat met de linkerhand in plaats van met de rechterhand wordt geïnjecteerd. Een tandarts die er de voorkeur aan geeft om bij het verdoven de rechterhand te blijven gebruiken, dient zich naar een 11-12 uur-positie te verplaatsen. Met de linkerhand wordt de wang opzijgehouden en de voorzijde van de ramus mandibulae afgetast, met de rechterhand wordt verdoving gegeven.

In sommige situaties, zoals bij dubbelzijdige extracties in de onderkaak, uitgebreide parobehandeling en (pre-)implantologische behandelingen in het interforaminale gebied mag bij gezonde patiënten dubbelzijdig een mandibulair blok worden gegeven. Hierdoor wordt de gehele mandibula verdoofd, inclusief de onderlip en het voorste twee derde deel van de tong. De motoriek van de tong is echter ongestoord, evenals de reflectoire slikbeweging die begint bij het achterste een derde deel van de tong en de pharynx. Omdat het voorste deel van de tong wel is verdoofd merkt de patiënt niet als daar iets op ligt, zoals een afgebroken gedeelte van een molaar of een stukje vulling. De tandarts en de assistent moeten daarom goed zicht houden op de mond- en keelholte.

6.5 Molaren

6.5.1 Anatomie

Zowel vestibulair als linguaal worden de wortels van de molaren bedekt door een dikke corticale botlaag. De linea obliqua externa en de linea mylohyoidea vormen een extra barrière voor diffusie van anesthesievloeistof naar de apices van de molaren (figuur 6.11). De wortelpunten van de molaren bevinden zich linguaal, meestal onder het niveau van de m. mylohyoideus en van de M_{2inf} vestibulair onder de aanhechtingsplaats van de m. buccinator. Infiltratie in deze spieren moet worden voorkomen omdat een prikkematoom de kans op infectie verhoogt.

**Figuur 6.11**

Anatomische tekening van de n. alveolaris inferior en zijn takken naar de apices van de molaren.

6.5.2 Indicatie

Caviteitspreparatie, endodontische behandeling, maar ook chirurgische behandelingen behoeven een mandibulair blok, aangevuld met geleidings- of infiltratieanesthesie van de n. buccalis. Bij caviteitspreparaties en endodontische behandelingen kan theoretisch ook worden volstaan met intraligamentaire anesthesie.

6.5.3 Techniek

Voor de technische aspecten van een mandibulair blok en n. buccalis anesthesie wordt verwezen naar voorgaande paragrafen.

6.6 Derde molaar in de onderkaak

6.6.1 Anatomie

De geïmpacteerde M_{3inf} bevindt zich in de kaakhoekregio, juist dorsaal van de M_{2inf} .

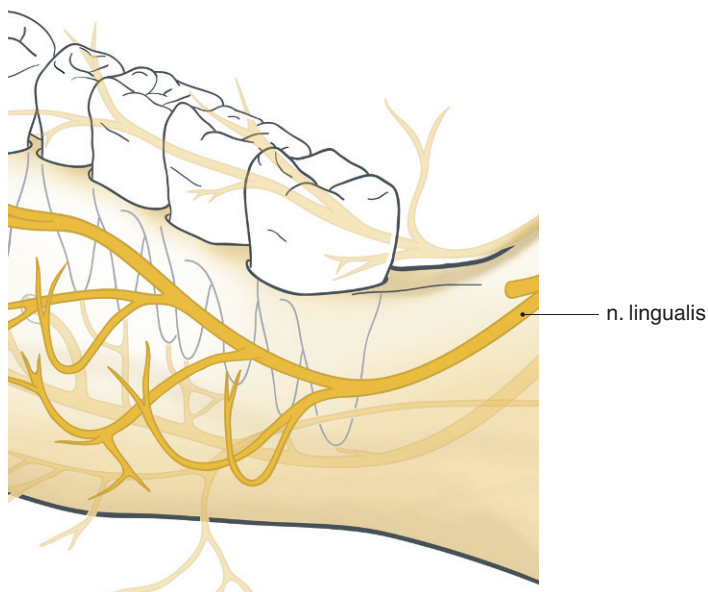
Innervatie van dit gebied vindt niet alleen plaats vanuit de n. mandibularis, maar ook door sensibele takken die op niveau C2 en C3 uit het ruggebrein treden en over het platysma naar de kaakhoek verlopen. Bij operatieve verwijdering van de M_{3inf} moet hiermee rekening worden gehouden.

De n. lingualis verloopt vanaf zijn oorsprong caudo-lateraal richting kaak en bevindt zich ter hoogte van de M_{3inf} ongeveer 5 mm linguaal en caudaal van de botrand, dorsaal van de M_{2inf} . Het verloop van n. lingualis vertoont echter een grote individuele variatie. Zo kan de n. lingualis zich

ook juist linguaal van de kaakwal boven de geïmpacteerte M_{3inf} bevinden ter hoogte van het bot (figuur 6.12).

Figuur 6.12

Linguaal aspect van de mandibula met de relatie M_{3inf} en n. lingualis rechts.



6.6.2 Indicatie

Chirurgische behandelingen zoals trigonum bottransplantaat, een operculectomie en verwijdering van de (deels) geïmpacteerte M_{3inf} behoeven mandibulaire geleidingsanesthesie en anesthesie van de n. buccalis. Bij diep geïmpacteerte M_{3inf} is ook anesthesie nodig voor de sensibele takken uit C2 en C3 door infiltratieanesthesie diep in de omslagplooï achter de M_{2inf} .

6.6.3 Techniek

Voor de techniek van het mandibulaire blok en geleidingsanesthesie van de n. buccalis, zie voorgaande paragrafen.

In de tandheelkunde wordt voor de verdoving van gebitselementen in de bovenkaak meestal gebruikgemaakt van infiltratieanesthesie van de n. maxillaris (hoofdstuk 5). In de onderkaak wordt vooral geleidingsanesthesie van de n. mandibularis toegepast (hoofdstuk 6). In dit hoofdstuk worden enkele aanvullende verdovingstechnieken behandeld, zoals geleidingsanesthesie van de n. maxillaris, n. infraorbitalis, n. nasopalatinus en n. mentalis. Ook wordt een alternatief voor mandibulaire blokkadeanesthesie beschreven, de Gow-Gates-methode.

7.1 Nervus maxillaris blokkade

Blokkade van de n. maxillaris zorgt voor verdoving van de helft van de maxilla, waardoor chirurgische ingrepen in de bovenkaak en sinus maxillaris onder lokale anesthesie kunnen worden uitgevoerd. Deze blokkade kan ook worden gebruikt als pijnbestrijding bij onbegrepen pijnklachten. Blokkade van de n. maxillaris kan worden verkregen via een hoge tuberaanesthesie of via het foramen palatinum majus. Voor de verdoving wordt een lokaal-anestheticum met vasoconstrictor gebruikt, dat wordt toegediend met behulp van een carpulespuit met aspiratiemogelijkheid en een 25-gauge naald (ongeveer 45 graden gebogen).

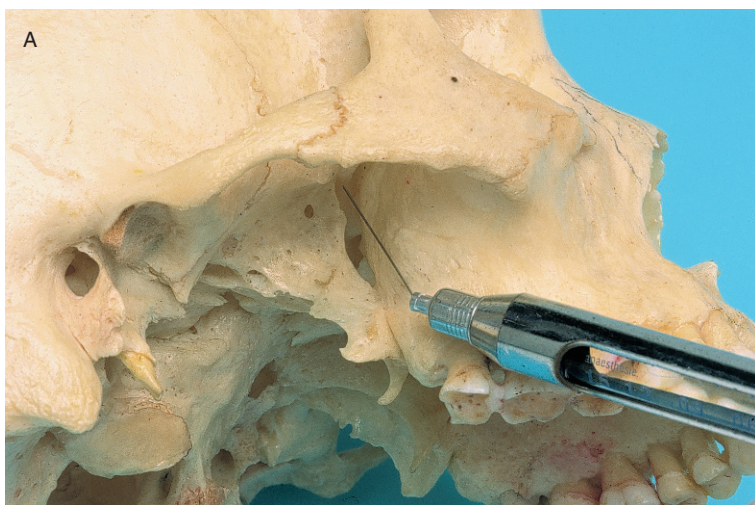
7.1.1 Hoge tuberaanesthesie

De n. maxillaris verlaat de schedel door het foramen rotundum. Vervolgens loopt de zenuw door de fossa pterygopalatina en daarna verder door de orbita als n. infraorbitalis. Deze laatste loopt door een kanaal in de bodem van de orbita en verlaat het kanaal weer door het foramen infraorbitale.

De fossa pterygopalatina is vanuit de mond bereikbaar. Deze fossa kan met een 35 mm lange 25-gauge naald worden bereikt indien de naald in een stand van ongeveer 45 graden wordt gebogen en ongeveer 1 cm van de processus alveolaris ruim achter de crista zygomaticoalveolaris door het slijmvlies wordt gebracht en naar dorsomediaal wordt geleid (figuur 7.1). Na aspiratie kan ongeveer één carpule worden geïnjecteerd. Na twee à drie

Figuur 7.1 A-B

Schedelfoto (A) en patiëntfoto (B) tonen een hoge tuberanesthesie. De (gebogen) naald wordt sterk van buiten naar binnen ingebracht tot hoog in de fossa pterygopalatina, juist bij de splitsing van de n. maxillaris in de n. infraorbitalis en de n. alveolaris superior. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.



minuten is de halve bovenkaak anestetisch. In sommige gevallen wordt door deze techniek de n. infraorbitalis onvoldoende verdoofd. Bovendien is bij hoge tuberanesthesie de kans op aanprikken van de plexus pterygoideus groot, waardoor het risico bestaat op intravasaal injecteren en het ontstaan van een hematoom.

7.1.2 Blokkade via het foramen palatinum majus

Een blokkade via het foramen palatinum majus is minder gebruikelijk dan hoge tuberanesthesie, maar goed intraoraal uitvoerbaar. Het foramen palatinum majus bevindt zich ongeveer 1 cm palatinaal van de M_2 - M_3 -regio en ongeveer 0,5 cm voor de hamulus pterygoideus. Het verloop van de canalis is ten opzichte van het vlak van occlusie 45 graden naar dorsaal.



Figuur 7.2 A, B en C

Schedelfoto (A) en patiëntfoto's (B en C) tonen de blokkade van de n. maxillaris via het foramen palatinum majus. De naald wordt ongeveer 45 graden gebogen en ingebracht in het foramen dat zich ongeveer 1 cm palatinaal van de M₂-M₃-regio bevindt. De carpulespuit wordt parallel gehouden aan het occlusale vlak van de bovenkaak. De naald kan nu voorzichtig worden opgevoerd. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.

De gebogen naald wordt voorzichtig in het foramen gebracht. Door langzaam opvoeren van de naald kan de gehele lengte van de naald worden benut (figuur 7.2). Na aspiratie kan een halve tot één carpule worden geïnjecteerd. Verdoving van de halve maxilla volgt na twee à drie minuten.

Het is niet altijd eenvoudig om de ingang van het foramen te vinden. Bovendien kan het ruw opvoeren van de naald leiden tot langdurige beschadiging van de nervus. Ten slotte kan bij patiënten met een kleine maxilla de verdovingsvloeistof het parasympathische ganglion sphenopalatinum bereiken waardoor onbedoelde neveneffecten kunnen ontstaan, zoals diplopie (dubbelzien).

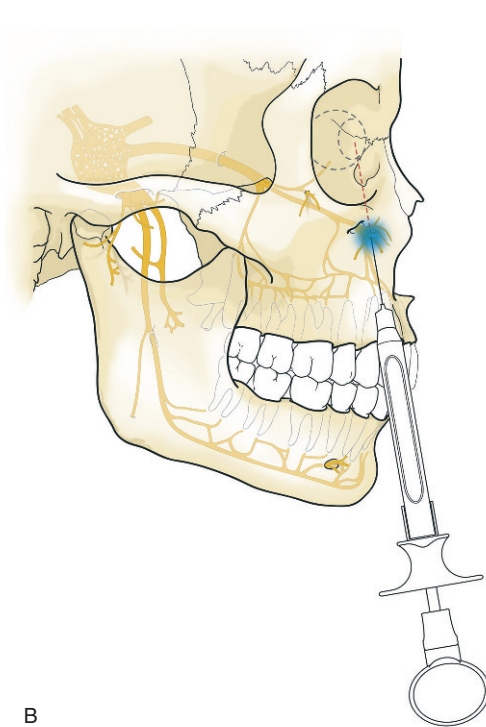
7.2 Nervus infraorbitalis blokkade

De n. infraorbitalis loopt vrijwel horizontaal door het kanaal in de orbitabodem tot hij uittreedt via het foramen infraorbitale, ongeveer 5 tot 10 mm caudaal van de margo infraorbitalis. Vervolgens verzorgt de nervus de sensibiteit van neusvleugel, wang, onderooglid, bovenlip, gingiva en bovenfrontelementen.

Blokkade van de n. infraorbitalis is geschikt bij tandheelkundige behandeling van verschillende elementen in het bovenfront en bij chirurgische ingrepen in het bovenfront. Voor blokkade wordt gebruikgemaakt van anesthesievloeistof met vasoconstrictor, toegediend met een gangbare carpulespuit met een 25-gauge naald met een lengte van 25 tot 35 mm.

Er zijn twee intraorale methoden voor blokkade van de n. infraorbitalis. De eerste methode gaat uit van een insteekpositie ongeveer 0,5 cm lateraal van de P_{2sup} , de andere methode van een insteekpositie ongeveer 1 cm uit de kaakwal van de C_{sup} . Met de duim wordt de lip opgetild en met de wijsvinger van dezelfde hand wordt extraoraal de margo infraorbitalis afgetast. De naald wordt nu opgevoerd in de richting van de vinger. Bij de methode die de omslagplooï ter hoogte van de C_{sup} als insteekplaats heeft, wordt de naald gericht naar de pupil van het oog (figuur 7.3). Bij de 'P_{2sup}-methode' wordt de lengteas van het element als insteekrichting gebruikt. Na ongeveer 2 cm zal botcontact plaatsvinden ter hoogte van het foramen infraorbitale. De ongewijzigde positie van de wijsvinger voorkomt dat de naald te ver wordt opgevoerd waardoor het ooglid of de bulbus zou worden geraakt. Een depot van een halve carpule is ruim voldoende.

De methode is eenvoudig, doeltreffend en veilig. Door het aanprikken van een vene of een kleine arterie kan een hematoom ontstaan, juist onder het onderooglid. Prikken in de nervus zelf leidt tot een verlengde periode van anesthesie en paresthesie.



Figuur 7.3 A, B, C en D

Schedelfoto (A), tekening (B) en patiëntfoto (C) tonen een geleidingsanesthesie van de n. infraorbitalis, waarbij de naald 1 cm vestibulair van de C_{sup} rechts wordt ingebracht en opgevoerd wordt in de richting van de pupil. De wijsvinger van de niet-injecterende hand rust op de margo infraorbitalis. Na aspiratie wordt geïnjecteerd. Figuur D toont een alternatieve methode, waarbij de naald vanuit de omslagplooï regio P_1 - P_{2sup} recht omhoog wordt ingebracht totdat deze vastloopt ter hoogte van het foramen infraorbitale.

7.3 Nervus nasopalatinus blokkade

De n. nasopalatinus die over de neusbodem door de canalis incisivus naar de papilla incisiva loopt, voorziet het voorste een derde deel van het palatum van gevoel. Verdoving van deze nervus is geschikt bij kroonpreparaties in het gehele bovenfront en bij chirurgische handelingen, zoals het ligeren of verwijderen van een geïmpacteerd cuspidaat, parodontale chirurgie en implantologie.

Voor de verdoving wordt een anestheticum met vasoconstrictor toegevend met een gebruikelijke carpulespuit met een 25-gauge naald van minimaal 20 mm.

Bij een geopende mond wordt de punt van de naald juist naast de papilla incisiva geplaatst. Langzaam wordt de naald opgevoerd, parallel aan de richting van de vestibulaire corticale botcontour (figuur 7.4). Bij sommige patiënten is deze vrijwel verticaal, bij andere schuin naar dorsaal. De richting is belangrijk om te voorkomen dat de naald in het kanaal vasthaakt of opnieuw moet worden ingebracht omdat het kanaal niet kan worden vervolgd. Na ongeveer 1 cm wordt heel langzaam een depot van een kwart carpule aangebracht.

Ook in deskundige handen is deze injectietechniek pijnlijk. Met uitleg, precisie en kennis van zaken kan deze verdoving echter ook bij kinderen uitstekend worden toegepast, bijvoorbeeld voor het ligeren van een geïmpacteerd cuspidaat. Bij beschadiging van de nervus ontstaat een anesthetisch gebied aan de voorzijde van het palatum durum gedurende drie à vier maanden.

7.4 Nervus mentalis blokkade

De n. mentalis verlaat de canalis mandibulae via het foramen mentale ongeveer 5 tot 8 mm onder het niveau van de apices P_1 - P_{2inf} en zorgt voor het gevoel in onderlip, kinhuid en mondslijmvlies ventraal van het foramen. De gebitselementen in het onderfront, inclusief de P_{1inf} worden niet geïnnerveerd door de n. mentalis.

Blokkade van de n. mentalis is aangewezen bij chirurgie van de weke delen van de onderlip en de edentate kaakwal in het onderfront en bij een biopsie in het betreffende gebied. Er wordt een carpulespuit gebruikt, een korte 25-gauge naald en een lokaal-anestheticum met vasoconstrictor.

De mond wordt vrijwel gesloten en met de duim wordt de lip opzij gehouden. De vingers van dezelfde hand tasten de onderrand van de mandibula af. Met de korte naald wordt de mucosa ter plaatse van de P_{1inf} gepenetreerd ongeveer 0,5 cm uit de kaakwal. De punt van de naald wordt iets naar mediaal en dorsaal opgevoerd, totdat na ongeveer 1,5 cm botcontact is opgetreden (figuur 7.5). Hier wordt een depot van een halve carpule gelegd. Na twee à drie minuten zijn de halve onderlip, de kinhuid en de vestibulaire mucosa verdoofd.

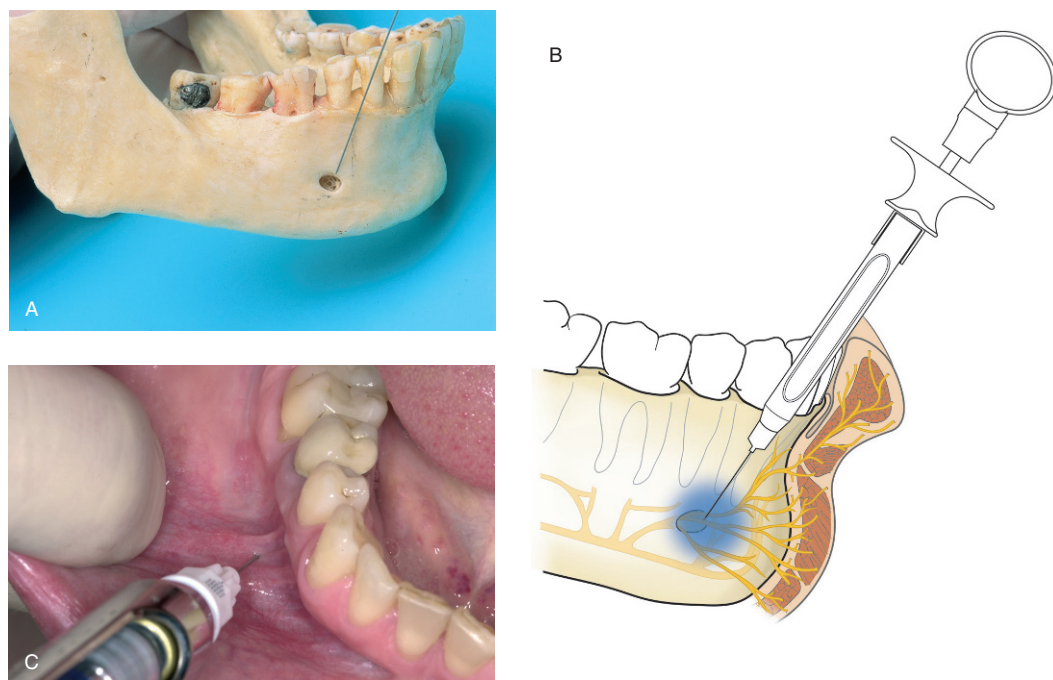
**Figuur 7.4 A-B**

Schedelfoto (A) en patiëntfoto (B) tonen een geleidingsanesthesie van de n. nasopalatinus. De naald wordt rechtstandig in de papilla incisiva ingebracht en voorzichtig ongeveer 1 cm opgevoerd in de canalis nasopalatinus. Deze loopt evenwijdig met de asrichting van de centrale incisief. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.



Indien de naald te ver naar dorsaal wordt opgevoerd, wordt het foramen gemist. Door de naald te ver naar lateraal te brengen, eindigt deze juist subcutaan.

Bij chirurgie van de weke delen in het gebied van de lippen is er, vanwege de vasoconstrictieve werking, vaak behoefte aan aanvullende infiltratieanesthesie. Hiervoor volstaat een kleine injectie ter hoogte van de mondhoek, waar de a. labialis het lippengebied bereikt.



Figuur 7.5 A, B en C

Schedelfoto (A), tekening (B) en patiëntfoto (C) laten een geleidingsanesthesie van de n. mentalis zien, ter verdooving van de halve onderlip/ kinstreek rechts, inclusief de vestibulaire mucosa. De naald wordt ongeveer 1,5 cm opgevoerd. Na aspiratie wordt geïnjecteerd.

7.5 Gow-Gates-methode

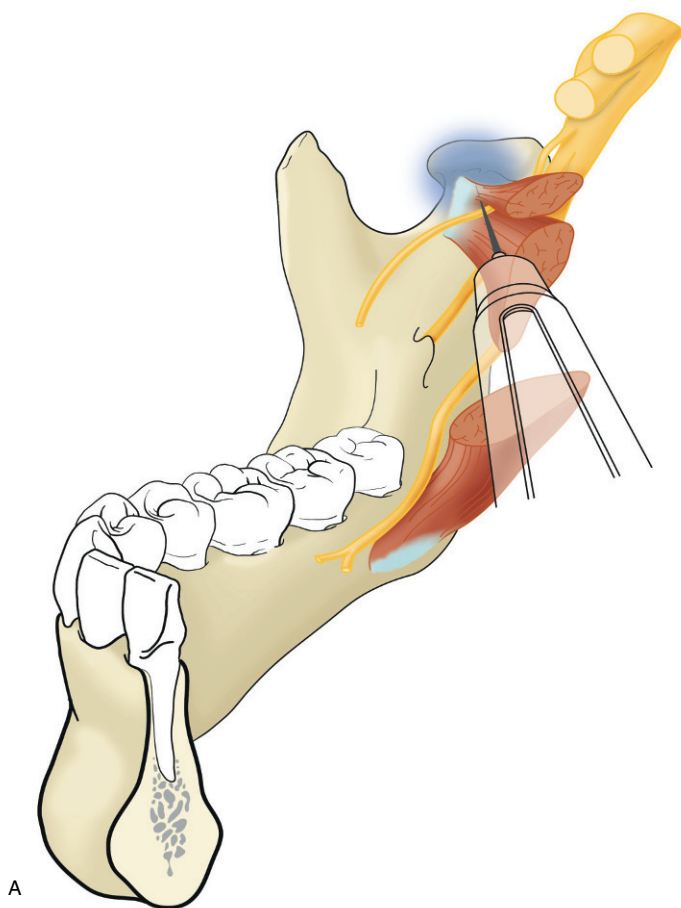
Meestal wordt voor blokkade van de n. mandibularis gekozen voor de directe of de indirecte methode (par. 6.4), waarbij in twee injecties achtereenvolgens eerst de n. alveolaris inferior en de n. lingualis en vervolgens de n. buccalis wordt verdoofd. De Australiër George Gow-Gates beschreef in 1973 een geleidingsanesthesie die een mandibulaire blokkade is op een veel hoger niveau. Hierdoor wordt met één depot de gehele n. mandibularis verdoofd. Er is dus geen aanvullende blokkade nodig van de n. lingualis of n. buccalis.

De kans op succesvolle anesthesie van de gehele n. mandibularis is bij de Gow-Gates-methode ongeveer 95 procent. Bij de klassieke n. alveolaris inferior blokkade is dit 85 procent. Het voordeel van de Gow-Gates-methode is echter beperkt.

Met de duim wordt de aanhechting van de m. temporalis op de processus coronoideus afgetast. Juist mediaal hiervan, ter hoogte van het occlusievlak van de M_{2sup} , wordt de naald door de mucosa gebracht. De wijsvinger van dezelfde hand wordt in de uitwendige gehoorgang gebracht en de naald wordt vervolgens ongeveer 25-27 mm opgevoerd in de richting van de wijsvinger. Dan vindt botcontact plaats met de medioventrale zijde van de kaakkop (figuur 7.6).

Aspiratie is noodzakelijk omdat de punt van de naald kan eindigen in de arteria maxillaris. Na aspiratie wordt een gehele carpule anesthesievloeistof geïnjecteerd. Na twee tot drie minuten zijn de volgende takken van de n. mandibularis verdoofd: de n. alveolaris inferior, de n. lingualis en vrij-

wel altijd ook de n. buccalis. Wanneer de naald te ver wordt opgevoerd, wordt meestal het kaakkopje gemist en schuift de naald over de incisura mandibulae in de m. masseter.



Figuur 7.6 A-B

Tekening (A) en patiëntfoto (B) tonen de Gow-Gates-methode voor het verdoven van de n. mandibularis. Aan de linguale zijde van de processus coronoideus, ter hoogte van de M_{2sup} wordt de naald door de mucosa gebracht in de richting van de uitwendige gehoorgang. De naald wordt vrijwel volledig opgevoerd totdat botcontact plaatstvindt met de medioventrale zijde van het caput mandibulae.



Natuurlijk zien kinderen op tegen een plaatselijke verdoving. De tandarts kan daar op allerlei manieren mee omgaan. Hij moet het vertrouwen van het kind zien te winnen, een taal spreken die het kind begrijpt, een injectietechniek hanteren die effectief is en die het kind geen pijn doet, complicaties kennen en voorkomen. Tot slot dient de tandarts empathisch met het kind om te gaan.

8.1 Inleiding

Voor het kind is de tandheelkundige behandeling soms vervelend. Het kan deze bedreigend vinden, het is bang voor eventuele pijn en de specifieke geluiden en geuren roepen minder prettige gevoelens op. Hierdoor zijn sommige kinderen al heel jong bang voor de tandarts. Een goede vertrouwensrelatie tussen kind en tandarts en een pijnvrije behandeling zijn essentieel voor kindvriendelijke en adequate tandheelkundige zorg.

Het tandheelkundig team moet oog hebben voor factoren waardoor het kind de tandheelkundige behandeling als belastend kan ervaren, iets wat het kind vervolgens opslaat in het geheugen. De manier waarop kinderen gebeurtenissen beleven, de wijze waarop ouders tegen de behandeling van hun kind aankijken, maar ook de manier waarop de tandarts en zijn assistent omgaan met het gedrag van het kind zijn belangrijke factoren als het gaat om een positieve herinnering van het kind aan de tandheelkundige behandeling.

Als kinderen regelmatig naar de tandarts gaan, wordt hun angst in elk geval niet groter. Regelmatig een bezoek aan de tandarts kan helpen voorkomen dat een belastende behandeling langdurig gevolgen heeft. Uit psychologisch onderzoek is komen vast te staan dat sommige kinderen gevoeliger zijn dan andere voor wat ze overkomt en daardoor kwetsbaarder zijn voor allerlei ingrijpende situaties. Ze ontwikkelen sneller dan anderen angst voor de tandarts. Daarom moeten kwetsbare kinderen altijd pijnloos en op eenzelfde manier worden behandeld. Dat pleit voor een heel consequente behandelstijl, waarbij kinderen altijd van tevoren weten waar ze aan toe zijn. Om te voorkomen dat een behandeling pijn doet, is het aan te raden kinderen te verdoven. Een verdoving

kan voorkomen dat ongewenst gedrag tijdens een behandeling nodeloos escaleert.

8.2 Pijn en angstbeleving bij kinderen

Niet alle kinderen reageren hetzelfde op (vermeende) pijnprikkels en de pijndrempel lijkt per kind sterk te variëren. Zo kan een kleuter van de trap vallen en eenmaal gebutst beneden aangekomen snel getroost worden door een kusje van moeder of vader op de zere plek. Dezelfde kleuter kan het flink op een huilen zetten als fissuren van een melkmolaar worden geseald, omdat het kind wellicht verwacht dat dit pijn doet.

In de loop van zijn leven is een kind bang voor een aaneenschakeling van zaken. De meeste angsten gaan over, omdat het kind de situatie leert begrijpen en ermee leert omgaan. Het omgaan met die angsten, 'coping', verschilt per kind en de copingstijlen veranderen weer met de leeftijd. De meest universele copingstijl is het vermijden van een angstige situatie. Helaas is vermijdingsgedrag ook een copingstijl die de angst in volle hevigheid bevestigt.





Figuur 8.1 A-C
Veiligheid en steun.

Jonge kinderen kunnen in angstige situaties steun zoeken bij een knuffel of bij een ouder. Maar ze kunnen ook hun angst uiten door hard te huilen of door te willen weglopen. Naarmate kinderen ouder worden, kunnen ze beter met angstige situaties omgaan. Ze fantaseren dan over hun aanpak, maar ze kunnen zich ook verbaal weren. Ze begrijpen meer naarmate ze ouder worden, zodat de situaties die eerst angstaanjagend waren dat nu veel minder zijn. Bij meer belastende zaken kunnen oudere kinderen uit verschillende strategieën kiezen, bijvoorbeeld overleggen of onderhandelen. Maar ze hebben ook de keuze uit gerichte acties, zoals leren ontspannen bij naaldangst of weten wat ze kunnen doen of denken om rustig te worden.

Opmerkelijk aspect van coping bij jonge kinderen is dat zij zichzelf bij een adequate vorm niet als bang beschouwen. Men moet zich niet verbazen over een jong kind dat tijdens de behandeling flink heeft gehuild en achteraf tevreden tegen moeder zegt dat het heel goed ging, dat het helemaal geen pijn heeft gedaan en dat het niet (!) heeft gehuild. Het verdriet was op dat moment een copingstijl om zich in de lastige situatie te handhaven en veel minder een teken dat de tandarts op de verkeerde weg zat.

Intermezzo 8.1 Sander (4): 'Ik wil geen prik'

Angst voor verdoving is voor kleine kinderen heel moeilijk in onderdelen uiteen te rafelen. Al snel zijn ze bang voor de hele situatie, omdat een onderdeel daarvan bedreigend is. Aan de andere kant zijn ze gemakkelijk gerust te stellen en gevoelig voor hulp en steun. De tandarts komt een heel eind als hij in alle rust uitleg geeft, het initiatief houdt en doorgaat. Eerst proberen zonder verdoving verhoogt meestal alleen maar de stress, zodat in veel gevallen de verdere behandeling helemaal niet meer mogelijk is.

Annalies (9): 'Moet dat nou met verdoving?'

Als kinderen ouder zijn gaan ze meer nadenken, anticiperen en soms ook piekeren. De tandarts moet dan reageren op het niveau van de angst. Er moet dus een goede uitleg worden geboden, de noodzaak van de (be)handeling moet helder worden uitgelegd en er is wellicht een alternatief: beginnen zonder verdoving en als het dan niet gaat, alsnog verdoven. De rationele waarde van de afspraak verhoogt de betrouwbaarheid van de tandarts.

Mandy (3) is de baas in huis, en nu ook in de praktijk

Ze weet dat haar ouders 's nachts hun bed uitkomen als ze maar flink hard huult en dat lekker lang volhoudt. Als beloning krijgt ze dan wat lekkers te drinken en dat heeft geleid tot de nodige gebitsschade. Nu de tandarts heeft uitgelegd dat haar tanden gaan slapen en dan weer beter en mooi worden, ligt 'ik wil niet' in haar mond bestorven en ze nuanceert dit met een fraaie vluchtpoging. De tandarts was haar echter te snel af, maar ze geeft zich niet gewonnen. Dan maar haar beproefde methode toepassen

en ze zet het op een krijsen dat niet alleen in de wachtkamer te horen is. Nu blijkt de tandarts wel responsief en belooft het de volgende keer opnieuw te proberen, hiermee zijn eigen vonnis tekenend.

Jochem (4) heeft 'stierballen'

Hij was nauwelijks te overtuigen van het nut van lokale verdoving. Maar toen zijn moeder met een glimlach zei: 'Hé Jochem, je moet toch ook goed slapen om sterke spierballen te krijgen. Nu moet jouw kies gaan slapen om sterk te zijn voor het schoonmaken en het vullinkje.' Daar kon hij het wel mee eens zijn. Hij knikte instemmend en ging achterover liggen met zijn armen over elkaar. Het geven van de verdoving was een fluitje van een cent. De spuit was nog niet uit zijn mond of hij kwam overeind en liet zijn armen zien. 'Mam, heb ik nou stierballen?'

Als kinderen ouder zijn, kunnen ze heel goed onderscheid maken tussen angst en coping. Aan hun gedrag is veel minder te merken, maar desgevraagd kunnen ze heel duidelijk aangeven waarvoor ze bang zijn en op welke manier ze daarmee omgaan. Ze weten precies in welke situaties ze steun nodig hebben, wanneer ze zich alleen maar moeten concentreren en voor welke dingen ze zo bang zijn dat ze er niet mee overweg kunnen.

8.2.1 Veiligheid en steun

Jonge kinderen zijn op zoek naar veiligheid in nieuwe of vreemde situaties. Als ze onrustig, gespannen of nerveus zijn, geeft de aanwezigheid van een vertrouwd persoon rust en steun. Wanneer ouders of verzorgers een mix van positieve en negatieve ervaringen hebben, is hun houding dikwijls evenwichtiger. Hoe meer negatieve zaken men als ouder heeft meegemaakt, des te meer zal men op zijn hoede zijn en des te eerder wil men zijn kind waarschuwen en beschermen. Dit geldt in het algemeen en zo gaat het ook bij de tandarts en zeker als het om verdoving gaat.

Als de ouder zelf bang is, is de reactie van het kind hét signaal een heel negatieve emotionele lading in stelling te brengen, die de ouder door het eigen tandartsverleden meedraagt. De ouder haast zich het kind te beschermen. 'De tandarts is helemaal niet eng' of 'de prik echt geen pijn', wordt dan geruststellend gezegd. Daarmee haalt de ouder een element naar voren waarmee de angst alleen maar wordt aangewakkerd. In wezen zeggen ze: 'Pas op, er dreigt gevaar!' en bekrachtigen dat signaal met aandacht: 'Kom maar, bij mij ben je veilig'.

Ouders kunnen een steun voor het kind betekenen bij de tandheelkundige behandeling. Indien een bange ouder het kind begeleidt, kan dat betekenen dat het kind kiest voor een copingstrategie die zich niet met tandheelkundige behandeling laat combineren. De manier om hiermee effectief om te gaan is dit fenomeen aan de ouder uit te leggen en de behandeling op dat moment of, eventueel een volgende keer, zonder de aanwezigheid van de ouder uit te voeren. Het is belangrijk dat de ouder

begrijpt dat hij niet gestraft wordt voor zijn gedrag, maar dat het contact tussen kind en tandarts meer kans heeft als de ouder daarbij niet aanwezig is.

Intermezzo 8.2

Een kind vraagt om een bij zijn leeftijd passende benadering, om een contact dat veiligheid en steun biedt in een soms nieuwe en alleen daarom al 'onveilige' situatie. In de tandartsstoel is ieder kind vooral geïnteresseerd in zijn eigen veiligheid. Het weet soms nog niet goed wat de tandarts allemaal gaat doen en als het dat wel weet, gebeurt het maar al te vaak dat het kind tegen de behandeling opziet en daar niet of nauwelijks mee kan omgaan.

8.2.2 Voorbereiding op verdoving

Als het aannemelijk is dat de behandeling pijn gaat doen, is het belangrijk het kind, maar ook de ouder of verzorger, tijdig op de toediening van plaatselijke verdoving voor te bereiden. Het is belangrijk dat de ouder of verzorger ook concrete informatie krijgt hoe het kind in gedragsmatige en praktische zin op de behandeling kan worden voorbereid. Voor het kind is eenvoudige uitleg van belang, aan de ouder of verzorger kan met modellen of röntgenfoto's duidelijk gemaakt worden dat de kans op pijn in bepaalde situaties reëel is en dat deze pijn voorkomen kan worden door lokale anesthesie.

Intermezzo 8.3

Vanzelfsprekend is een goed contact met de ouder of verzorger van het kind van groot belang en moet er tijd worden genomen voor een gedegen uitleg. Juist in zo'n situatie zal de ouder of verzorger ook gemakkelijker suggesties geven over de wijze waarop het tandheelkundig team het kind het best kan benaderen. Een positieve houding van ouder of verzorger biedt in ieder geval een gunstig uitgangspunt voor een goede benadering van het kind.

Een belangrijk aspect in dit kader is de gezondheid van kinderen. De meeste tandartsen gaan ervan uit dat kinderen gezond zijn. In de literatuur treft men echter schattingen aan dat zo'n 10 procent van de kinderen tussen nul en achttien jaar problemen heeft met de gezondheid. Het spreekt dus voor zich dat bij de intake, maar ook voorafgaand aan het geven van verdoving bij kinderen, een medische anamnese wordt afgenomen. Een voorbeeld van een medische vragenlijst voor kinderen staat in figuur 8.2.

Invulinstructie

Heeft u de hoofdvraag met **NEE** beantwoord dan kunt u de subvragen overslaan

Datum :
Naam :
Geboortedatum :
Woonplaats :
Telefoonnummer :
Naam huisarts :

Akkoord met het uitwisselen van informatie met de huisarts
Handtekening ouder/verzorger:

Medisch risico uit de anamnese

-
.....
1. **Is uw kind (nu of vroeger) onder behandeling of controle bij een (huis)arts, psycholoog of specialist?** **JA NEE**
Zo ja,
Welk ziekenhuis?
Welke afdeling?
Welke arts?
Waarvoor?
2. **Heeft uw kind longziekten of luchtwegafwijkingen (COPD, astma, bronchitis, vaak hoesten, longontstekingen)?** **JA NEE**
Zo ja,
Heeft uw kind daar nu last van? ja nee
Helpen medicijnen onvoldoende? ja nee
Is uw kind snel kortademig? ja nee
3. **Heeft uw kind een hartruis of een aangeboren hartafwijking?** **JA NEE**
Zo ja,
Heeft uw kind acuut reuma gehad? **JA NEE**
Zo ja,
Zijn er bij de tandheelkundige behandeling antibiotica nodig? ja nee
Zijn er klachten ten gevolge van de hartafwijking? ja nee
4. **Heeft uw kind een hartoperatie ondergaan?** **JA NEE**
Zo ja,
Waarvoor?
Heeft uw kind een kunsthartklep gekregen? ja nee
Zijn er na de ingreep klachten gebleven? ja nee
5. **Heeft uw kind hartritme problemen?** **JA NEE**
Zo ja,
Kan uw kind niet aan alle activiteiten meedoen? ja nee
Moet uw kind tijdens aanvallen gaan zitten of liggen? ja nee
6. **Heeft uw kind epilepsie?** **JA NEE**
Zo ja,
Wordt er regelmatig gewisseld van medicijnen? ja nee
Heeft uw kind ondanks de medicijnen regelmatig last van aanvallen? ja nee
7. **Heeft uw kind suikerziekte?** **JA NEE**
Zo ja,
Wordt er insuline gebruikt? ja nee
Is uw kind vaak ontregeld (hypo-, hyperglykemie)? ja nee
8. **Heeft uw kind bloedarmoede met klachten?** **JA NEE**
Zo ja,
Is uw kind vaak moe of duizelig? ja nee
Komt in de familie een erfelijke bloedarmoede voor? ja nee
9. **Is bij uw kind een bloedingsneiging vastgesteld?** **JA NEE**
Zo ja,
Genezen wondjes langzaam of blijven wondjes lang nabloeden? ja nee
Krijgt uw kind zonder stoten blauwe plekken of spontaan een bloedneus? ja nee
Komt er in de familie een bloedingsneiging voor? ja nee

Figuur 8.2

Medische vragenlijst voor
kinderen (Academisch
Centrum Tandheelkunde
Amsterdam, ACTA).

Figuur 8.2
Vervolg.

10. Heeft uw kind op dit moment een besmettelijke ziekte?	JA	NEE
Zo ja, Welke?		
11. Heeft uw kind kinderziekten gehad?	JA	NEE
Zo ja, Welke?		
Heeft uw kind regelmatig infecties bijv. oorontstekingen (gehad)?	JA	NEE
Welke?		
12. Heeft uw kind op dit moment een leverziekte?	JA	NEE
Zo ja, Is het hiervoor opgenomen geweest in het ziekenhuis?	ja	nee
Wordt daarvoor een dieet of medicijnen gebruikt?	ja	nee
Is uw kind drager van een hepatitis-virus?	ja	nee
13. Is uw kind allergisch?	JA	NEE
Zo ja, Pollen en grassen (hooikoorts)	ja	nee
Rubber/latex	ja	nee
Jodium	ja	nee
Pleisters	ja	nee
Soja	ja	nee
Gluten	ja	nee
Verdoving	ja	nee
Antibiotica (penicilline)	ja	nee
Anders		
Gebruikt uw kind medicijnen tegen de allergie?	JA	NEE
Zo ja, Welke medicijnen?		
14. Heeft uw kind ooit onverwachte reacties gehad tijdens of na de tandheelkundige behandeling?	JA	NEE
Zo ja, Welke complicaties?		
Bij welke tandarts?		
15. Krijgt uw kind medicijnen (bijv. via huisarts of specialist)?	JA	NEE
Zo ja, Aspirine of andere pijnstillers	ja	nee
Voor astma	ja	nee
Kalmerende middelen	ja	nee
Prednison, corticosteroïden of andere afweerremmende middelen	ja	nee
Medicijnen tegen kanker of bloedziekten	ja	nee
Penicilline of andere antibiotica	ja	nee
Voor suikerziekte	ja	nee
Voor epilepsie	ja	nee
Anders		
16. Heeft uw kind nog ziekten of aandoeningen waar niet naar gevraagd is?	JA	NEE
Zo ja, Welke?		

8.2.3 Kindvriendelijke uitvoering

Zoals gezegd, het kind moet in begrijpelijke termen voorlichting krijgen over het 'hoe' en 'waarom' van de plaatselijke verdoving. 'Ik denk dat de kies wel lekker wil slapen als we hem gaan schoonmaken' zal vrijwel ieder kind met een instemmend geknik beantwoorden.

Beladen woorden als 'prik', 'verdoving', 'naald' en 'verdovingsspuit' kunnen daarom beter vervangen worden door termen als 'de kies/tand in slaap maken' en 'slaappistool'. Eigenlijk is iedere beschrijving goed als hij maar consequent wordt gebruikt. Zo blijkt ook dat het gebruik van het



Figuur 8.3 A-B
Kindvriendelijke uitvoering.

woord ‘merken’ in plaats van ‘voelen’ ongewenste reacties van het kind kan voorkomen, omdat ‘merken’ een neutraler begrip is dan ‘voelen’.

Het kan geen kwaad het kind vooraf de verdovingsspuit te laten zien, maar het hoeft niet. Als de tandarts zich hierover niet zeker voelt, is het niet nodig bij de uitleg ook de carpulespuit te laten zien.

Bij het geven van uitleg is het verstandig kinderen te wijzen op de bittere smaak van verdovingszalf en/of verdovingsvloeistof. Het is jammer wanneer de verdoving zonder problemen bij het kind is geplaatst, maar paniek uitbreekt door de vieze smaak van de anesthesievloeistof. Als de werking van de verdovingsspuit wordt gedemonstreerd kunnen bijvoorbeeld druppels op een vinger worden gelegd, zodat het kind zelf kan vaststellen hoe bitter het smaakt. Hierdoor wordt het ze duidelijk dat een speekselzuiger bijvoorbeeld nuttig is om te voorkomen dat de vieze smaak zich in de mond verspreidt. En juist de druk van een speekselzuiger op de mucosa of in de omslagplooï kan een extra afleiding vormen voor de insteek van de naald.



Figuur 8.4
Waarschuwing.

8.2.4 Waarschuwing

De gevoelloosheid en de stijfheid van het zachte weefsel, die tot lang na de behandeling aanhouden, zijn voor het kind onvermijdelijke maar soms ook gevaarlijke bijverschijnselen van de plaatselijke verdoving. Alleen de toepassing van lokale anesthesie via het parodontaal ligament kent deze bezwaren niet.

Door het kind in een spiegel te laten vertellen wat het ziet en merkt van de ‘tand of kies die slaapt’ kan het zijn ervaringen over de gevoelloosheid kwijt. Het is ook zinvol de ouder te vertellen hoe lang de verdoving duurt en aan te geven wanneer weer voorzichtig gedronken en gegeten mag worden. Een handig hulpmiddel is een kaartje waarop een klok staat getekend. Hierop kunnen de wijzers worden ingetekend zodat het kind ook zelf weet wanneer het weer mag eten. Als een kind omvalt van de honger of dorst en de verdoving nog niet geheel is uitgewerkt, dan zijn drinken met een rietje en ‘eten aan de andere kant’ zinvolle tips.

8.3 Technieken

Volgens een recente enquête geeft de Nederlandse tandarts bij jonge kinderen maar in 11 tot 18 procent van de gevallen verdoving. Hij past hierbij vrijwel uitsluitend infiltratieanesthesie toe, soms voorafgegaan door oppervlakteverdoving. Het lijkt erop dat men opziet tegen het gebruik van mandibulaire geleidingsanesthesie of het gebruik ervan bij kinderen overbodig vindt.

Het toepassen van intraligamentaire anesthesie is bij kinderen effectief. Met het beschikbaar komen van de door een microprocessor gestuurde vorm van lokale verdoving is een kindvriendelijke lokale verdoving mogelijk via het parodontaal ligament, naast de klassieke toepassing van lokale anesthesie.

8.3.1 Oppervlakteanesthesie

Het gebruik van oppervlakteanesthesie kan behandelaar en kind meer zekerheid geven en zo bijdragen aan het comfortabel injecteren van de verdovingsvloeistof. Hierbij is er de keus uit spray en zalf. De spray heeft doorgaans een hogere concentratie aan anestheticum dan de zalf.

Geeft men de voorkeur aan spray dan is het het beste een wattenstokje ermee te bevochtigen en met dit wattenstokje vervolgens de insteekplaats van de naald aan te stippen. Vooraf moet het slijmvlies zo goed mogelijk worden drooggemaakt. Indien het wattenstokje één tot twee minuten op zijn plaats wordt gehouden, is de verdoving meestal voldoende om daarna niets te merken van de insteek van de injectienaald.

Verdovingszalf kan op eenzelfde manier worden aangebracht. Ook bij toepassing van zalf moet het slijmvlies worden drooggemaakt. Er is slechts een geringe hoeveelheid zalf nodig voor het bereiken van het gewenste resultaat.

Figuur 8.5 A-B
Oppervlakteanesthesie.



Intermezzo 8.4 Kleur, smaak en acceptatie

Door de zalf te mengen met keukenessences ontstaan leuke kleuren en wordt de smaak door kinderen makkelijker geaccepteerd. Wanneer een kind bijvoorbeeld uit de diverse kleuren kiest, betekent dat impliciet ook dat de verdoving wordt geaccepteerd.



8.3.2 Infiltratieanesthesie

Voor restauratieve behandelingen in de bovenkaak is bij kinderen infiltratieanesthesie vestibulair van het betreffende gebitselement voldoende. Bij behandeling van twee aangrenzende caviteiten in het melkgebit volstaat één injectie tussen de beide gebitselementen in. De corticale botlaag, die de buitenkant van de bovenkaak bedekt, is immers betrekkelijk dun en poreus en de verdovingsvloeistof diffundeert zo gemakkelijk naar de zenuwuiteinden.

De naald wordt geplaatst in het diepste punt van de omslagplooï en de bevel van de naald is naar het bot gericht. Bij oudere kinderen kan door resorptie van de wortels van de melkelementen worden volstaan met insteek in de vrije gingiva net voorbij de overgang vaste/vrije gingiva.

Indien geen oppervlakteverdooving wordt gebruikt is het voorzichtig en toch resoluut insteken van de naald belangrijk om de pijn van de prik zo kort mogelijk te laten zijn. Er moet met een zekere snelheid een bepaalde

Figuur 8.6 A-D
Infiltratieanesthesie.

weerstand worden doorbroken. De naald zakt dan als het ware door de barrière van de mucosa heen.

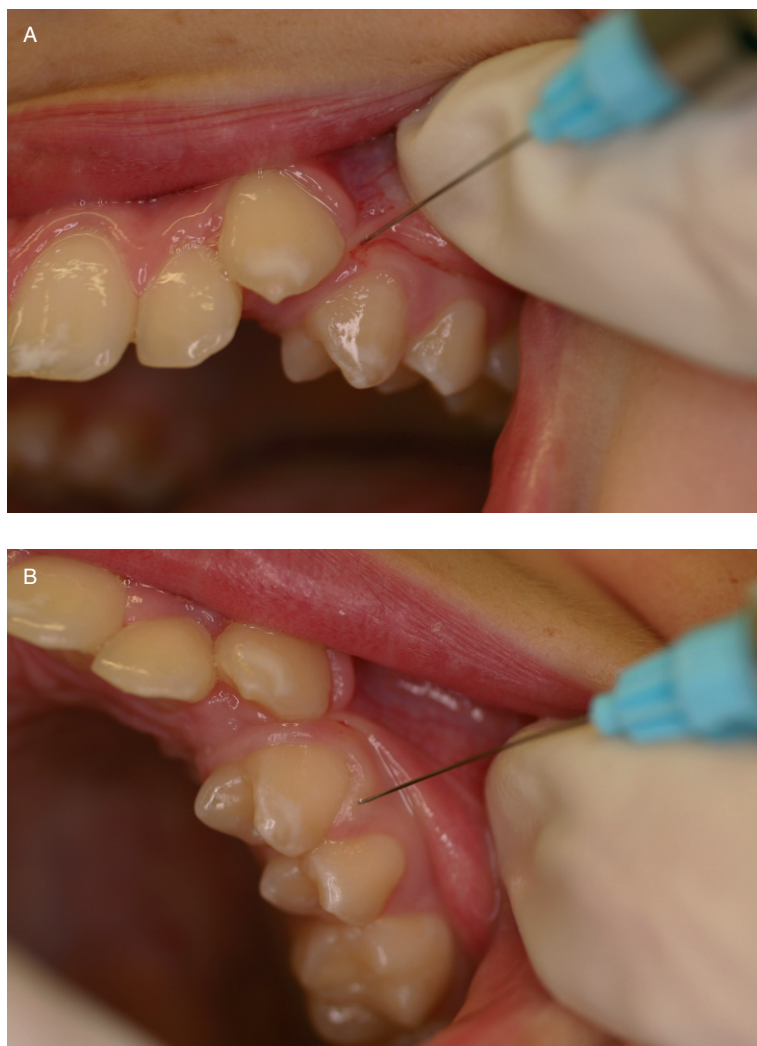
Als geen oppervlakteanesthesie wordt toegepast, kan de prik minder voelbaar worden gemaakt door vlak voor het moment van penetratie in het slijmvlies licht in de wang, de mondhoek of in de lip te knijpen. Dit zachtjes knijpen wordt kort tevoren aan het kind meegedeeld. Het kind wordt hierdoor even afgeleid en voelt dan het binnendringen van de naald niet of nauwelijks. Wellicht nog effectiever is het aanbrengen van een speekselzuiger in de omslagplooï bij het te behandelen gebitselement. Door de druk van de zuiger kan de naald, onmerkbaar voor het kind, direct naast de tip van de zuiger worden gestoken en wordt eventueel gemorste anesthesievloeistof direct weggezogen.

Bij extractie in de bovenkaak moet bij voorkeur ook de n. palatinus major of de n. nasopalatinus worden verdoofd. De palatinale anesthesie kan met de nodige voorzorg nagenoeg pijnloos gegeven worden, zeker als eerst oppervlakteverdooving wordt toegepast. Verdooving van de n. palatinus is te beschouwen als een geleidingsanesthesie waarbij een depot aan verdovingsvloeistof verder achter in de mond op het palatum wordt aangebracht. Deze manier van toedienen heeft twee voordelen: er zijn tegelijk meer gebitselementen aan de palatinale zijde verdoofd en bij de overgang van het verticale naar horizontale deel van het distale deel van het palatum is meer ruimte onder het slijmvlies. Daardoor is minder druk nodig bij toediening en de verdooving zal minder pijn doen. Ook hier kan het palatinaal aanbrengen van de tip van de speekselzuiger een voordeel geven. Als het kind op de hoogte is van het doel van de speekselzuiger zal het druk niet zo snel als bedreigend ervaren.

Een nadeel van geleidingsanesthesie van de n. palatinus is dat ook een deel van het palatum molle wordt verdoofd, waardoor het slikken vreemd aanvoelt en soms een gevoel van benauwdheid ontstaat. Bij het injecteren in het voorste deel van het palatum is meer druk vereist. Dit kan gepaard gaan met pijn en onverwachte reacties van het kind.

Indien melkelementen moeten worden verwijderd, is het ook mogelijk de palatinale mucosa via interpapillaire anesthesie te verdoven. De naald wordt dan ingestoken in de papil en langzaam wordt maximaal 0,2 ml ingespoten. De aangehechte gingiva aan de palatinale zijde wordt hiermee adequaat verdoofd. Vanzelfsprekend moet ook lokale anesthesie in de mesiale en distale papil van het te extraheren gebitselement worden aangebracht.

Infiltratieanesthesie in de onderkaak is alleen bij jonge kinderen toe te passen omdat de corticale botplaat dan nog niet zo dicht van structuur is. Hierdoor is de penetratie van verdovingsvloeistof na infiltratieanesthesie redelijk effectief bij restauratieve behandelingen van onderincisieven, melkhoektand en de eerste ondermelkmolaar. Het voordeel van infiltratieanesthesie in de onderkaak is dat de stijve lip (deels) en tong (geheel) achterwege blijven. De behandelaar weet echter niet zeker of de verdooving daadwerkelijk 'zit'. Ook kan de tandarts bij heftig protesterende kinderen met een stijve lip wat gemakkelijker doorpakken zonder de kans dat pijn de mogelijke oorzaak van het protest is.



Figuur 8.7 A-B
Interpapillaire anesthesie en
palatinale verdoving.

8.3.3 Mandibulaire geleidingsanesthesie

Met mandibulaire geleidingsanesthesie kunnen alle tandheelkundige behandelingen bij kinderen pijnloos worden uitgevoerd. Bij extracties is ook aanvullende verdoving van de n. buccalis nodig, terwijl de n. lingualis bij het uitvoeren van de mandibulaire injectie automatisch wordt mee verdoofd.

Er zijn essentiële verschillen in grootte van de kaak tussen kinderen en volwassenen. Dit heeft tot gevolg dat voor mandibulaire anesthesie bij kinderen tot twaalf jaar, ter hoogte van het occlusale vlak van de onderkaak kan worden ingestoken.

Er hoeft bij kinderen ook minder diep geïnjecteerd te worden, omdat het

Figuur 8.8 A-B

Mandibulaire geleidingsanesthesie.

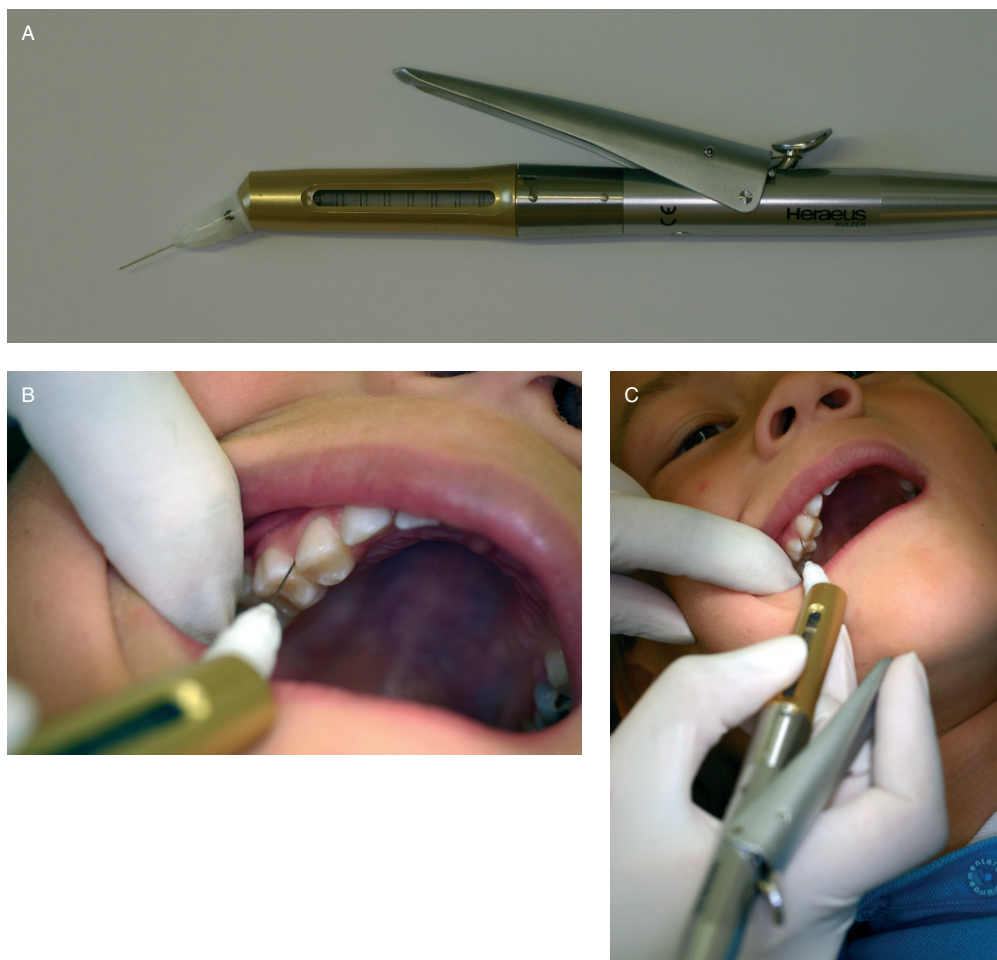


foramen van de voorkant af gezien op een derde van de breedte van de ramus mandibulae ligt.

Kinderen vinden mandibulaire anesthesie doorgaans een ingrijpende ervaring door de gevoelloze wang, lip en de tintelende tong. Indien het behandelplan het toelaat is het daarom verstandig te beginnen met die behandelingen waarbij met infiltratieanesthesie kan worden volstaan.

De techniek van het geven van mandibulaire geleidingsanesthesie verschilt nauwelijks tussen kinderen en volwassenen. Het kind wordt gevraagd de mond wijd te openen. Met duim en wijsvinger worden respectievelijk de voorste en achterste rand van de opstijgende tak van de mandibula opgezocht. Gemeten vanaf de voorrand ligt het foramen mandibulae bij kinderen op een derde van de denkbeeldige lijn tussen wijsvinger en duim.

Iets meer greep op de onderkaak en een betere fixatie van het hoofd zijn mogelijk door deze methode iets te wijzigen. De positie van de duim blijft



Figuur 8.9 A-C
Intraligamentaire anesthesie.

hetzelfde, maar de wijsvinger wordt op het kaakkopje en de ringvinger op de kaakhoek geplaatst, terwijl de middelvinger op het midden van de achterrand van de opstijgende tak van de mandibula terechtkomt. Werkend in de linkeronderkaak komt de ringvinger op het kaakkopje en de wijsvinger op de hoek.

8.3.4 Intraligamentaire anesthesie

Bij intraligamentaire anesthesie of verdoving via het parodontaal ligament diffundeert de anesthesievloeistof door kleine openingen in de alveolewand naar de intraossale ruimte en van daaruit wordt de zenuw geblokkeerd. Ook de aangrenzende mucosa wordt gevoelloos.

De intraligamentaire techniek is een effectieve methode voor het verkrijgen van analgesie bij zowel tanden en kiezen van het melkgebit als bij blijvende gebitselementen. Bij toepassing van intraligamentaire anesthesie met bijvoorbeeld Citoject[®] of Paroject[®] wordt in het parodontale

ligament een hoge druk opgebouwd. Dit zou in theorie ontwikkelingsstoornissen kunnen geven bij de tandkiemen van het blijvend gebit, wanneer de techniek wordt toegepast in het melkgebit. Wanneer tussen iedere 'bedieningsklik' van de intraligamentaire spuit wat tijd wordt genomen, is de drukopbouw in het parodontale ligament beperkt.

8.3.5 Microprocessor gestuurde verdoving

Naast de handgestuurde carpulespuiten kan er tegenwoordig ook microprocessor gestuurd lokale verdoving worden gegeven. Een voorbeeld is The Wand[®] (Milestone) die in 1997 werd geïntroduceerd. Door de vormgeving, die geen overeenkomsten vertoont met de klassieke carpulespuit, blijkt het apparaat zich bijzonder goed te lenen voor het gebruik bij kinderen en volwassenen met tandartsangst.

Voor de applicatie van de anesthesievloeistof wordt een steriel en disposable handstuk geleverd, waarin standaard-anesthesiecarpules kunnen worden geschoven.

The Wand[®] wordt geactiveerd met voetbediening. De stappenmotor van de pompunit zorgt ervoor dat de druk en uitstroomsnelheid van de injectievloeistof laag zijn. Na het injecteren doet de stappenmotor een stapje terug, waardoor geen verdovingsvloeistof lekt.



Figuur 8.10 A-C

Microprocessor gestuurde verdoving.

Naast het toepassen van infiltratie- en geleidingsanesthesie, kan intraossaal verdoofd worden via het parodontaal ligament, het foramen incisivum en de foramina ter hoogte van de wortels van de premolaren in de bovenkaak. Het handstuk wordt vastgehouden in de pengreep, waardoor gemakkelijk kan worden afgesteund en de naald trefzeker kan worden geplaatst.

Geïnjecteerd wordt op de mesiobuccale en distobuccale lijnhoek van een gebitselement. Door toepassing van anesthesie via het parodontaal ligament kunnen tandheelkundige handelingen aan beide zijden van de onderkaak in één sessie worden uitgevoerd zonder dat lip en tong bilateraal verdoofd worden.

8.3.6 Hoeveelheid verdovingsvloeistof voor kinderen

Voor de benodigde hoeveelheden verdovingsvloeistof zijn geen absolute getallen te geven. In tabel 8.1 staat de maximale dosering voor kinderen vermeld. Voor een pijnloze preparatie of extractie binnen een kwadrant gaat de benodigde hoeveelheid anesthesievloeistof zelden het volume van twee carpules te boven. Daarom wordt de maximumdosis voor kinderen niet snel overschreden.

Tabel 8.1		Maximale dosering van enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica bij gezonde kinderen.				
gewicht	articaine 4%		lidocaine 2%		prilocaine 3%	
kg	mg ¹	carpules ²	mg ¹	carpules ²	mg ¹	carpules ²
5-10	25	0,3	22	0,6	30	0,5
10-15	50	0,7	44	1,2	60	1,1
15-20	75	1,0	66	1,8	90	1,6
20-25	100	1,3	88	2,4	120	2,2
25-30	125	1,7	110	3,0	150	2,7
30-35	150	2,0	132	3,6	180	3,3
35-40	175	2,4	154	4,2	210	3,8
40-45	200	2,7	176	4,8	240	4,4

1. De aangeven maximale dosering betreft gezonde kinderen. Dit maximum is bovendien afhankelijk van individuele verschillen, de wijze van toediening van het anestheticum en de mate van doorbloeding van het weefsel.

2. Het aangegeven aantal carpules is gebaseerd op carpules met een volume van 1,8 ml.

Bron: De tabel is gebaseerd op S.F. Malamed: Handbook of Local Anesthesia, Mosby/ St. Louis, 2004.

8.4 Observatie van het kind

Het is belangrijk het kind tijdens en na het geven van lokale anesthesie voortdurend in de gaten te houden. Controle op het ‘zitten’ van de verdoving versterkt het vertrouwen van het kind. Uitleg is hierbij onontbeerlijk en afgestemd op de leeftijd. Zo merkt een kind bijvoorbeeld dat de sondepunt op een vinger als een scherpe prik wordt ervaren, terwijl het in de verdoofde mond alleen maar druk ervaart of zelfs helemaal niets voelt. Het is belangrijk dat het kind in een spiegel kan meekijken.

8.5 Complicaties door mandibulaire geleidingsanesthesie

Ondanks uitgebreide voorlichting bestaat de kans dat kinderen na behandeling in de gevoelloze en later tintelende lip bijten. Hierdoor kan een traumatisch ulcus ontstaan. Het gevaar van een bijtverwonding is het grootst als de behandeling rond het middaguur heeft plaatsgevonden. Kinderen hebben dan meestal honger en gaan eten voor de verdoving volledig is uitgewerkt. In zulke situaties had de behandelaar beter kunnen zeggen dat vóór de behandeling gegeten moet worden. Een andere oorzaak van een bijtverwonding is dat kinderen bij het uitwerken van de verdoving gaan uittesten of de anesthesie nog aanwezig is.



Figuur 8.11 A-C
Complicaties door
mandibulaire geleidings-
anesthesie bij kinderen.

Lokale anesthesie wordt in de tandheelkunde op ruime schaal toegepast en leidt zelden tot ernstige lokale complicaties. Toch is het van groot belang de oorzaak van elke lokale complicatie te onderkennen en – indien noodzakelijk – een juiste behandeling in te stellen. De patiënt dient uitvoerig te worden geïnformeerd en zo nodig gerustgesteld. Het voorval moet tevens volledig worden vastgelegd in het patiëntendossier. Dit geldt vooral als er kans is op langdurige of zelfs permanente verschijnselen.

9.1 Naaldbreuk

Sinds de invoering van moderne disposable naalden is naaldbreuk een zeldzaamheid. Niettemin is ook bij deze naalden een kleine kans op naaldbreuk aanwezig, voornamelijk bij mandibulaire geleidingsanesthesie en bij tuberaanesthesie. Dit geldt temeer wanneer de naald (herhaaldelijk) wordt gebogen om de toegang tot het te injecteren gebied te vergemakkelijken. Ook onverwachte bewegingen van een angstige patiënt, zoals een plotselinge heftige ruk van het hoofd, het vastpakken of wegslaan van de hand van de tandarts of het plotseling sluiten van de mond, kunnen leiden tot een dergelijke ernstige complicatie. Het veranderen van richting bij een naald die in een verkeerd traject is ingebracht verhoogt eveneens de kans op naaldbreuk. In een dergelijk geval is het verstandig eerst de naald bijna volledig terug te trekken en vervolgens opnieuw en nu in de correcte richting op te voeren.

Indien naaldbreuk optreedt en het proximale gedeelte van de naald bij de injectieplaats nog uit de mucosa steekt, kan het uiteinde worden vastgepakt met een pincet of een Mosquito-arterieklem en voorzichtig worden verwijderd. Wanneer de afgebroken naald echter niet meer zichtbaar is, dient de patiënt met spoed te worden doorgestuurd naar een kaakchirurg in een goed geoutilleerd ziekenhuis. De patiënt moet worden geïnstrueerd om in de tussentijd niet te praten en zo min mogelijk te slikken, omdat door deze bewegingen de naald zich kan verplaatsen en nog dieper in de weefsels terecht kan komen.

9.2 Pijn bij toediening

Zelfs bij een rustig en langzaam toegediende injectie ervaart de patiënt soms enig ongemak of een branderig gevoel bij het inbrengen en opvoeren van de naald door de weke delen. Drukverhoging in de weefsels door te snel injecteren of het inspuiten van een te groot volume is onaangenaam voor de patiënt en moet uiteraard worden vermeden. Een uitgesproken pijnsensatie is echter meestal het gevolg van het onbedoeld aanprikken van een anatomische structuur in het traject van de naald. Hierbij moet worden gedacht aan een pees of spier, het periost, een zenuw of een bloedvat.

Aanprikken van het periost is in de regel het resultaat van een foutieve positie van de zogenaamde ‘bevel’ van de naald. De bevel dient zich evenwijdig te bevinden aan het botoppervlak, om te vermijden dat met de scherpe punt van de naald het straffe en sterk geïrriteerde periost wordt aangeprikt en wordt losgescheurd van het onderliggende bot. Bij het toedienen van een mandibulaire geleidingsanesthesie kan de n. alveolaris inferior of de n. lingualis worden geraakt. De patiënt ervaart dit als een pijnscheut of een sensatie als een ‘elektrische schok’ in de onderkaak of de tong en reageert hierop met het plotseling wegtrekken van het hoofd. Indien dit optreedt, moet de naald iets worden teruggetrokken, en moet zo nodig de insteekrichting worden veranderd, voordat de anesthesievloeistof wordt ingespoten. Een dergelijk contact van de naald met een zenuw betekent niet dat er onvermijdelijk een gevoelsstoornis zal optreden, maar de patiënt moet wel worden geïnformeerd over de mogelijkheid hiervan en, indien nodig, regelmatig worden gecontroleerd. Het is overigens goed om zich te realiseren dat het voorval niet een aanwijzing is voor een onjuiste injectietechniek, maar veeleer een risico dat onlosmakelijk is verbonden met het toedienen van geleidingsanesthesie.

Een pijnscheut kan overigens ook optreden bij het aanprikken van een arteriewand, resulterend in het fenomeen ‘blanching’ (zie par. 9.7).

9.3 Insufficiënte anesthesie

De meest voorkomende oorzaken van het niet willen ‘zitten’ van lokale anesthesie zijn een onjuiste injectietechniek en een injectie in ontstoken weefsel. Voor een maximale verdoving moet het depot anesthesievloeistof in de buurt van de zenuw worden gelegd of, bij infiltratieanesthesie, zo dicht mogelijk bij het botoppervlak in de regio van de apex van het te verdoven element. In het geval van een geleidingsanesthesie in de onderkaak zal bijvoorbeeld rekening moeten worden gehouden met de positie van het foramen mandibulae in verticale zin. Wanneer door een te laag traject van de naald de verdovingsvloeistof onder het niveau van het foramen wordt ingespoten, zal mede onder invloed van de zwaartekracht een anestetisch effect uitblijven. Bij infiltratieanesthesie in een ontstoken gebied zal het lokaal-anestheticum door de lagere zuurgraad in het weefsel

minder werkzaam zijn. Adequate anesthesie kan dan worden bereikt door infiltratie op enige afstand of door een geleidingsanesthesie.

Het is van belang om bij het inbrengen van de naald erop te letten dat het afgeschuinde uiteinde van de naald ('bevel') naar de te verdoven structuur wijst. Anders wordt de vloeistof in een verkeerde richting uitgedreven en komt deze op een plaats te ver van het doel. Door de grotere afstand waarover diffusie dan moet plaatsvinden, kan dit leiden tot geen of onvoldoende anesthesie. Hetzelfde geldt wanneer door een onjuiste richting van de naald de anesthesievloeistof wordt gedeponereerd in een spier, waarbij de diffusie ook nog wordt belemmerd door de barrière van het spierweefsel. Een intravasculaire injectie, waarbij de verdovingsvloeistof geheel of gedeeltelijk in de bloedbaan terechtkomt, is eveneens een oorzaak van insufficiënte anesthesie. Ook een diffusiestoornis van het anestheticum door een lokaal ontstaan hematoom kan hierbij een rol spelen. Minder voorkomende oorzaken zijn individuele anatomische variaties in bijvoorbeeld de dikte van het corticale bot, of een afwijkend zenuwverloop. Een goed voorbeeld van dit laatste is een soms aanwezig accessoire takje van de n. alveolaris inferior, dat eerst naar ventraal verloopt om vervolgens pas bij de voorrand van de opstijgende tak in het bot te verdwijnen. Pijnsensatie in de onderkaak bij een ogenschijnlijk goed 'zittende' mandibulaire geleidingsanesthesie kan hiermee worden verklaard.

9.4 Ongewenste uitbreiding van de anesthesie

Injectie van een lokaal-anestheticum in de mond kan soms onbedoeld effect hebben op nabijgelegen zenuwen. Het bekendste voorbeeld is een parese of paralyse van de motorische n. facialis na een mandibulaire geleidingsanesthesie. Wanneer dit optreedt, is de patiënt niet in staat om het oog naar behoren te sluiten en is de motoriek van de onderste gelaats helft verstoord, resulterend in het verdwijnen van de plica nasolabialis en een afhangende mondhoek.

Deze complicatie wordt veroorzaakt door een foutief traject van de naald, waarbij deze te ver naar dorsaal, te diep wordt ingebracht en het depot lokaal-anestheticum retromandibulair terechtkomt in de diepe kwab van de glandula parotis. Dit kan worden voorkomen door bij mandibulaire anesthesie de vloeistof pas in te spuiten nadat eerst botcontact is verkregen aan de mediale zijde van het opstijgende deel van de mandibula.

Hoewel het optreden van een facialisparalyse verontrustend is voor zowel de patiënt als de tandarts, moet men zich realiseren dat het fenomeen van tijdelijke aard is. Herstel van de zenuwfunctie treedt spontaan op zodra het effect van het lokaal-anestheticum is uitgewerkt. Doordat het knippen van de oogleden gedurende de periode van paralyse ontbreekt, is er kans op uitdroging en beschadiging van het oog. Letsel kan worden voorkomen door de oogleden dicht te plakken of een ooglapje aan te brengen.

Tandheelkundige lokale anesthesie kan soms ook ongewenste effecten hebben op de oogbol, de oogspieren en de omgevende weke delen. Dergelijke complicaties zijn beschreven zowel na een injectie in de regio van de tuber maxillae als na mandibulaire geleidingsanesthesie. Intra-arteriële inspuiting van het lokaal-anestheticum in de a. alveolaris inferior of superior of het aanprikken van een arteriële vaatwand, met als gevolg een traumatische prikkeling van de daarin verlopende sympathische vezels, kan een spasme veroorzaken van de vaten die de orbitale weefsels van bloed voorzien. Indien bij een intra-arteriële inspuiting de injectiedruk de arteriële bloeddruk overstijgt, kan de normale centripetale bloedstroom omkeren (retrograde flow) en kan het lokaal-anestheticum via de a. maxillaris en een anastomose tussen de a. meningea media en de a. ophthalmica de orbita-inhoud bereiken. Een vasospasme van de a. ophthalmica of de aftakking ervan naar het netvlies (a. centralis retinae) kan leiden tot een ipsilaterale visusdaling of zelfs blindheid. Bij gebruik van de moderne lokaal-anesthetica zijn deze visusstoornissen echter vrijwel altijd reversibel.

Ook paralyse van de hersenzenuwen die de uitwendige oogspieren innerveren kan voorkomen. Deze (zeldzame) complicatie treedt meestal op na een injectie in de regio van de tuber maxillae. Aangezien er geen volledige afsluiting bestaat tussen het retromaxillaire gebied en de orbita kan diffusie van anesthesievloeistof plaatsvinden vanuit de injectieplaats tot in de orbita. In de orbita kan de werking van het lokaal-anestheticum via vasoconstrictie of verstoring van de zenuwgeleiding aanleiding geven tot het optreden van dubbelzien (diplopie) of het afhangen van het bovenooglid (ptosis).

Een bijzondere complicatie is het ontstaan van het syndroom van Horner, waarbij vernauwing van de pupil, ptosis en het ontbreken van traanvocht worden waargenomen als gevolg van een unilaterale blokkade van de cervicale sympathicusvezels. De oorzaak is waarschijnlijk dat door aanprikken van een tak van de a. carotis externa een bloeding is ontstaan waardoor het lokaal-anestheticum het sympathische ganglion stellatum heeft bereikt.

Alle hiervoor genoemde verschijnselen verdwijnen binnen enkele uren, zodra het effect van het lokaal-anestheticum is uitgewerkt. Deelname aan het verkeer moet gedurende deze periode expliciet worden afgeraden, gezien de vergrote kans op een ongeval.

9.5 **Iatrogene schade en zelfverwonding van verdoofde weke delen**

Het voor tandheelkundige doeleinden gebruikte lokaal-anestheticum verdooft vaak niet alleen de gebitselementen, maar ook de weke delen die door de betreffende zenuw worden geïnnerveerd. Een voorbeeld is de verdoofde lip na mandibulaire geleidingsanesthesie of na infiltratieanesthesie in het bovenfront. Zonder dat de patiënt dit merkt, kunnen de

verdoofde weke delen per ongeluk worden getraumatiseerd, hetzij door de behandelend tandarts, hetzij door de patiënt zelf. In het eerste geval moet worden gedacht aan iatrogeen letsel veroorzaakt door het uitschieten van een instrument of boor, of door inklemming van weefsel als gevolg van het foutief plaatsen van een haak of een extractietang. Brandwonden, ontstaan door het onopgemerkt warmlopen van een hand- of hoekstuk, komen eveneens voor. Omdat na afloop van de tandheelkundige behandeling de lokale anesthesie nog niet is uitgewerkt, bestaat de kans dat de patiënt op de gevoelloze lip, wang of tong bijt. Ook brandwonden door roken of het nuttigen van hete drank of voedsel zijn mogelijk. Een ulcus of zelfs een ontsierend weefseldefect, bijvoorbeeld in de onderlip, kunnen hiervan het gevolg zijn. Dit gevaar is het grootst bij kinderen, verstandelijk gehandicapten en demente patiënten.

De begeleiders van deze patiënten moeten op de mogelijkheid van dergelijk letsel worden gewezen en het advies krijgen de patiënt gedurende de resterende anesthesische periode zorgvuldig in het oog te houden en deze niet te laten roken, eten of warme dranken te laten nuttigen.

9.6 Langdurige sensibiliteitsstoornissen

Het optreden van een persistente sensibiliteitsstoornis in het verzorgingsgebied van een zenuw is meestal het gevolg van een chirurgische ingreep, zoals de verwijdering van een verstandskies. Slechts zeer zelden is het een complicatie van het toedienen van lokale anesthesie. In dat geval betreft het vrijwel altijd de n. alveolaris inferior of de n. lingualis, die kunnen worden beschadigd tijdens een mandibulaire geleidingsanesthesie. De verschijnselen variëren van een verminderd gevoel of volledige gevoelloosheid (hypesthesie of anesthesie) tot abnormale sensaties, zoals jeuk of tintelingen (paresthesie) in het betreffende gebied. Een enkele maal kan het leiden tot een chronisch pijnsyndroom.

Het optreden van sensibiliteitsstoornissen en de duur ervan worden bepaald door de mate van beschadiging van de zenuw. Wanneer de naald na een direct contact met een zenuw onmiddellijk wordt teruggetrokken, zullen na het uitwerken van de anesthesie in het algemeen geen uitvalsverschijnselen optreden. Dit is anders wanneer de zenuwvezels door een diepe penetratie van de naaldpunt direct worden beschadigd of wanneer de zenuw door een intraneurale injectie onder hoge druk als het ware wordt opgeblazen. Ook het optreden van een bloeding binnen de zenuwschede, met als gevolg compressie van de vezels, kan een langdurige geleidingsstoornis veroorzaken. Een verandering van de symptomen binnen enkele weken tot maanden, bijvoorbeeld een overgang van anesthesie naar paresthesie, is een gunstig teken en duidt op herstel van de zenuwfunctie. Wanneer de sensibiliteitsstoornis echter langer dan drie tot zes maanden onveranderd aanwezig blijft, neemt de kans op herstel af en is de uiteindelijke prognose ongunstig. Verwijzing naar een kaakchirurg om de situatie te evalueren en eventuele behandeling te bespreken is dan zinvol.

9.7 Bleekheid van de huid ('blanching')

Direct in aansluiting op – en zelfs gedurende – een injectie achter in de omslagplooï van de bovenkaak kan in de betreffende gelaatshelft plotse-ling een uitgesproken bleekheid van de huid ontstaan, vooral in de wang en in het gebied rond het oog ('blanching', zie figuur 9.1). Soms ontstaan er op enige afstand van de injectieplaats eveneens ischemische gebieden in de mondslimvliezen. Het fenomeen kan ook optreden bij het toedienen van mandibulaire geleidingsanesthesie. Vaak gaat het gepaard met een scherpe pijnscheut in het aangedane gebied en een verminderde visus. De verschijnselen verdwijnen in de regel spontaan in de loop van enkele minuten tot een half uur.

De oorzaak is waarschijnlijk het aanprikken van een arteriewand, waardoor een traumatische stimulatie optreedt van de in de wand verlopende vezels van het orthosympathische zenuwstelsel, resulterend in een vaat-spasme. De impuls plant zich vervolgens voort langs het bloedvat en geeft aanleiding tot een vasoconstrictie in het perifere arteriële verzorgingsge-bied. Ook een directe invloed van de in het lokaal-anestheticum aanwezige vasoconstrictor op de vaatwand kan hierbij een rol spelen.

Figuur 9.1
'Blanching'.



9.8 Weefselnecrose

Het optreden van weefselnecrose op de plaats van injectie is een bekende – maar gelukkig zeldzame – complicatie van het toedienen van lokale anes-thesie. Dit ongewenste effect wordt voornamelijk gezien op het palatum durum (figuur 9.2), wat mede wordt veroorzaakt door de stugheid van de palatinale mucosa en de stevige verankering ervan aan het onderliggende

bot. De meest waarschijnlijke verklaring voor het ontstaan van deze complicatie is een lokale ischemie, veroorzaakt door één of meer factoren. Hierbij moet worden gedacht aan een te hoge injectiedruk, het inspuiten van een te grote hoeveelheid anesthesievloeistof in het strakke weefsel en een door de vasoconstrictor veroorzaakte vernauwing van de kleine palatinale eindarterieën. Meestal betreft het een oppervlakkig necrotisch ulcus van het slijmvlies, dat binnen enkele weken spontaan geneest. Een goede mondhygiëne en dagelijks verschillende keren spoelen met een chloorhexidine-oplossing bevorderen het genezingsproces. In een uitzonderlijk geval, waarbij bijvoorbeeld het periost is opgelicht door een subperiostale injectie, kan het onderliggende bot bloot komen te liggen en kan lokaal een pijnlijke botontsteking ontstaan. Meestal kan necrose van het palatum worden vermeden door maximaal 0,25 ml anesthesievloeistof onder zeer geringe druk in te spuiten in het iets losmaziger weefsel op de overgang van het horizontale palatum durum naar de processus alveolaris.



Figuur 9.2

Necrose van het palatum-slijmvlies na toediening van anesthesie.

9.9 Hematoomvorming en trismus

Een hematoom ontstaat als tijdens het opvoeren van de injectienaald een bloedvat wordt aangeprikt en bloed weglekt in de omgeving. Indien het aangeprikte vat groot is en de omgevende weke delen losmazig, kan snel een relatief grote zwelling ontstaan. Bij de gebruikelijke injectieplaatsen voor de tandheelkundige lokale anesthesie is de kans op het ontstaan van een klinisch relevant hematoom gelukkig gering. Een dergelijke complicatie is echter wel degelijk mogelijk, vooral bij mandibulaire geleidingsanesthesie en bij injecties in het gebied van de tuber maxillae en de mondbodem.

Een hematoom als gevolg van een geleidingsanesthesie ter plaatse van het foramen mandibulae is gelegen tussen de mediale zijde van de opstijgende

tak van de mandibula en de m. pterygoideus medialis. Het kan aanleiding geven tot een zwelling in het gebied van de pharynxboog en het optreden van een lichte mate van trismus. De trismus wordt meestal pas enkele uren na de injectie opgemerkt en zal meestal binnen één of twee weken weer verdwijnen wanneer dagelijks mondopeningsoefeningen worden gedaan. Een toename van de trismus wijst op secundaire infectie van het hematoom en vereist onmiddellijke behandeling met antibiotica. Trismus kan eveneens optreden wanneer door een foute insteekrichting bij mandibulaire geleidingsanesthesie een hematoom ontstaat in de m. pterygoideus medialis. Als gevolg van littekenvorming kan dit leiden tot een langdurige mondopeningsbeperking, die veelal intensieve fysiotherapeutische behandeling vereist.

Bij tuberaanesthesie kan, als gevolg van het aanprikken van de veneuze plexus pterygoideus, een hematoom ontstaan in het retromaxillaire gebied. Uitwendig wordt dit zichtbaar als een snel optredende zwelling van de wang rond de jukboog. Aansluitend kan ook hierbij een lichte mate van trismus optreden.

Hematomen kunnen de patiënt last bezorgen en de tandarts in verlegenheid brengen, maar de zwelling beperkt zich vanzelf en heeft meestal geen uitgebreide behandeling. Het onmiddellijk aanbrengen van druk, eventueel in de vorm van een elastisch verband, en het met tussenpozen appliceren van een ijszak gedurende de eerste vier tot zes uur kunnen bijdragen aan het beperken van de omvang van de zwelling. De zwelling en de in een later stadium optredende blauw-gele verkleuring van de huid nemen langzaam af. Goede voorlichting aan de patiënt over het voorval en het te verwachten beloop is uiteraard noodzakelijk. De patiënt moet het advies krijgen contact op te nemen bij het ontstaan van symptomen die kunnen duiden op een secundaire infectie. Hierbij moet worden gedacht aan een toenemende zwelling of trismus en/of het optreden van koorts of algehele malaise.

9.10 Infectie

Hoewel bij iedere intraorale injectie met een steriele, disposable naald micro-organismen van de normale mondflora in het weefsel terecht komen, leidt dit bij gezonde personen zelden tot een klinische infectie. Bij immuungecompromitteerde patiënten moet echter worden overwogen om voorafgaand aan de injectie het gebied van de insteekplaats te ontsmetten door lokale applicatie van een antisepticum of door middel van een chloorhexidine mondspoeling. Uiteraard moet de naald nooit worden ingebracht door een ontstekingsinfiltraat of een abces, omdat hierbij de kans op verplaatsing van micro-organismen en verergering van de infectie aanzienlijk toeneemt. In een dergelijk geval moet gebruik worden gemaakt van anesthesie op afstand (geleidingsanesthesie).

Indien een hematoom, ontstaan tijdens het toedienen van lokale anesthesie, secundair geïnfecteerd raakt, bestaat een kans dat zich hier een abces ontwikkelt. Dit geldt vooral bij hematomen in de pterygomandibulaire loge, in het retromaxillaire gebied en in de mondbodem. Bij een infectie van het hematoom zal de reeds aanwezige lichte trismus in ernst toenemen, in een enkel geval dusdanig dat na een aantal dagen de mond in het geheel niet meer kan worden geopend. In het geval van een abces in de pterygomandibulaire loge is nauwelijks uitwendige zwelling aanwezig, hooguit een lichte zwelling rond de kaakhoek. Wel is er heftige pijn bij palpatie net binnen de kaakhoek. Wanneer de mate van trismus dit toelaat, kan bij intraoraal onderzoek de aanwezigheid van een bij palpatie pijnlijke zwelling in het gebied van de pharynxboog worden vastgesteld. Naast koorts en algemene malaise, resulteert een verdere uitbreiding van de infectie in toenemende pijnklachten en slikproblemen.

Een abces uitgaande van een hematoom in de retromaxillaire ruimte kan zich verspreiden naar aangrenzende loges, waarbij het gevaar bestaat van een veneuze thromboflebitis met intracraniële complicaties. Wanneer de klinische symptomen wijzen op de ontwikkeling van een ontstekingsinfiltraat of een abces, moet de patiënt worden behandeld met antibiotica, eventueel in combinatie met incisie en drainage van het betreffende gebied.

Lokaal-anesthetica zijn, mits correct toegepast, veilige middelen. Toch kunnen na toediening van een lokaal-anestheticum ongewenste systemische reacties optreden. De tandarts dient deze bijwerkingen zoveel mogelijk te voorkomen, vroegtijdig te herkennen en adequaat te behandelen.

10.1 Inleiding

Over de frequentie van bijwerkingen van lokaal-anesthetica zijn weinig concrete cijfers bekend. Aangezien in Nederland en België in de tandheelkundige praktijk dagelijks duizenden carpules worden toegepast en nauwelijks complicaties worden gerapporteerd, zijn lokaal-anesthetica, in lage dosering en met een automatisch aspirerende carpulespuit toegevend, opmerkelijk veilig. Psychogene reacties, zoals vasovagale collaps en hyperventilatie, komen ongetwijfeld het meest frequent voor.

10.2 Vasovagale collaps

De meest voorkomende systemische complicaties ten gevolge van lokale anesthesie komen voort uit emotionele reacties op de wijze van toediening. Door psychische anticipatie op eventuele pijn door de injectie kan het parasympathische zenuwstelsel worden geactiveerd en het orthosympathische zenuwstelsel worden geremd. Hierdoor vermindert de hartfrequentie en treedt dilatatie op van arteriolen in spierweefsel, waardoor een tijdelijk tekort aan de doorbloeding van de hersenen ontstaat.

De patiënt ziet bleek, transpireert en verliest het bewustzijn. Soms treden er naast het bewustzijnsverlies clonische krampen op die doen denken aan een epileptisch insult. De duur van de collaps is meestal beperkt. Bij een (dreigende) vasovagale collaps moet de behandelstoel in Trendelenburgstand worden geplaatst, waarna binnen korte tijd het bewustzijn weer terugkeert.

10.3 Hyperventilatiesyndroom

Angst voor toediening van een lokale verdoving kan ook als ‘trigger’ fungeren voor een abnormaal snelle ademhaling, waardoor het koolzuurgehalte van het bloed ($p\text{CO}_2$) daalt. De pH van het bloed stijgt en de concentratie geïoniseerd calcium daalt. Hierdoor ontstaan spiercontracties, die zich rond de mond kunnen manifesteren. Daarnaast neemt de patiënt tintelingen in handen en voeten waar. De patiënt voelt zich soms licht in het hoofd en kan een drukkend gevoel op de borst ervaren.

Bij hyperventilatie helpt geruststelling, ondersteund door het laten ademen in een plastic zak. De patiënt ademt zijn eigen uitgeademde lucht weer in waardoor de $p\text{CO}_2$ stijgt en de klachten meestal snel verdwijnen. Zo mogelijk ‘dicteert’ de behandelaar de ademhalingsfrequentie aan de patiënt. Een goede voorlichting over toediening van lokale anesthesie, in combinatie met een angstreducerende bejegening van de patiënt, reduceert het risico van hyperventilatie en vasovagale collaps.

10.4 Toxiciteit

Het is denkbaar dat door het in de mond toedienen van een lokaal-anestheticum elders in het lichaam zodanige concentraties worden bereikt dat toxische effecten ontstaan. Door accidentele intravasculaire injectie kan kortstondig een toxische concentratie anestheticum in het bloed ontstaan. Een verhoogde resorptiesnelheid – zoals die in ontstoken, sterk doorbloed weefsel kan bestaan – zou eveneens tot onverwacht hoge bloedspiegels kunnen leiden. Vergelijkbare toxische effecten kunnen worden waargenomen indien oppervlakteanesthesie direct op (ontstoken) mucosa wordt gesprayed.

Een overdosering is het gevolg van toepassing van een hogere dan de maximaal toegestane dosis. De oorzaak ligt meestal in ‘bijspuiten’. Veel gevallen van overdosering betreffen lokale anesthesie bij jonge kinderen.

De toxiciteit van amideanesthetica is omgekeerd evenredig aan de snelheid waarmee in de lever de afbraak plaatsvindt. Prilocaine ondergaat het snelste metabolisme en is daarom het minst toxische amide-lokaal-anestheticum. Bovendien wordt prilocaine in sterke mate gebonden aan weefsel-eiwitten (groot verdelingsvolume), waardoor een potentieel toxische concentratie minder snel wordt bereikt.

In tabel 10.1 staan de maximale doses voor volwassenen vermeld van enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica. Deze waarden dienen uiteraard te worden geïndividualiseerd op basis van lichaamsgewicht en de medische anamnese van de patiënt. Patiënten met een vertraagde detoxificatie en eliminatie, zoals personen met ernstige leverinsufficiëntie of nierfalen, hebben een verhoogd risico op overdosering. Bovendien moet rekening worden gehouden met mogelijke interacties met door de patiënt gebruikte geneesmiddelen: van sommige farmaca is bekend dat ze de drempel voor bijwerking van lokaal-anesthetica verlagen (zie verder hoofdstuk 11).

Tabel 10.1	Maximale doseringen in mg van enkele veelgebruikte lokaal-anesthetica voor een gezonde patiënt van 70 kg.	
	<i>zonder epinefrine</i>	<i>met epinefrine</i>
articaïne	400	500
bupivacaïne	75	150
lidocaïne	300	500
mepivacaïne	375	400
prilocaïne	400	600

Intermezzo 10.1 Een goede tandarts rekent in milligrammen

De concentraties van het lokaal-anestheticum in de ampul worden aangegeven in percentages. De toevoeging van vasoconstrictiva wordt echter aangegeven als verhoudingconcentratie. Omdat de concentraties lokaal-anestheticum en/of vasoconstrictiva per ampul kunnen verschillen is het noodzakelijk deze weergave van de concentraties te kunnen omrekenen naar milligrammen.

a Dosering lokaal-anestheticum (articaïne met epinefrine)

Maximale dosering articaïne in mg: $7 \text{ mg/kg} \times 70 \text{ kg} = 490 \text{ mg}$

Concentratie in ampul: 4% = 40 mg/ml

$490 \text{ mg} / (40 \text{ mg/ml}) = 12,25 \text{ ml}$

1 ampul = 1,7 ml

Maximale dosering articaïne in ampullen: $12,25 \text{ ml} / 1,7 \text{ ml} = 7 \text{ ampullen}$.

b Dosering vasoconstrictiva (articaïne met epinefrine)

Maximale dosering epinefrine in μg : $3 \mu\text{g/kg} \times 70 \text{ kg} = 210 \mu\text{g}$

Concentratie in ampul: $1 : 200.000 \text{ g/ml} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ g/ml} = 5 \mu\text{g/ml}$

1 ampul = 1,7 ml = $1,7 \times 5 = 8,5 \mu\text{g epinefrine}$

Maximale dosering articaïne = 7 ampullen = $7 \times 8,5 \mu\text{g} = 59,5 \mu\text{g epinefrine}$.

Dit is dus meer dan een factor drie lager dan de maximale dosering epinefrine. Bepalend voor de toxiciteit is dus de maximale dosering van zeven ampullen van het anestheticum. Dit geldt ook voor articaïne die dezelfde concentratie lokaal-anestheticum bevat, maar een tweemaal zo hoge dosering epinefrine (1 : 100.000).

10.4.1 Effecten op het centraal zenuwstelsel

Door hun lipofiel karakter passeren de in de tandheelkunde gebruikte lokaal-anesthetica gemakkelijk de bloed-hersenbarrière. Onder fysiologische omstandigheden ontvangt het centraal zenuwstelsel zowel inhiberende als stimulerende impulsen. Omdat onder normale omstandigheden de inhibitoire tonus overheerst, zal een remming van het centraal zenuwstelsel door een toxische concentratie anestheticum zich openbaren als een excitatie. De patiënt voelt zich duizelig en klaagt over oorsuizen. Bij toenemende excitatie wordt de patiënt angstig en beverig. De ademhaling versnelt, de bloeddruk stijgt en de polsfrequentie neemt toe. De patiënt gaat trekkingen in het gezicht vertonen en er kunnen stuipen ontstaan. De ernst van de symptomen correleert met de bloedspiegel van het anestheticum. Bij verdere stijging van de bloedspiegel ontstaat depressie van het zenuwstelsel waardoor het bewustzijn verlaagt. De ademhalingsfrequentie daalt en kan zelfs geheel tot stilstand komen. De circulatie wordt insufficiënt en uiteindelijk kan de patiënt in coma geraken.

Na intravasculaire injectie zullen toxische effecten op het centraal zenuwstelsel zeer snel optreden (binnen 1 minuut). Door verdeling over het lichaam daalt vervolgens de concentratie snel en verdwijnen de toxische effecten ook spoedig. Bij overdosering ontstaan de effecten op het centraal zenuwstelsel geleidelijker, meestal na vijf tot vijftien minuten. In dit laatste geval houden de verschijnselen veel langer aan.

Intermezzo 10.2

Het lichte gevoel in het hoofd is een duidelijk eerste teken van centrale toxiciteit. Aangenomen wordt dat deze voor een groot gedeelte wordt veroorzaakt door een centraal cholinerge stimulatie. Deze eerste verschijnselen zijn niet te onderscheiden van een vasovagale prikkeling. De excitatiefase wordt mogelijk ten dele veroorzaakt door een blijkaar selectieve remming van inhibitoire neuronen in het centraal zenuwstelsel of een niet-selectieve remming bij een overheersende inhibtie van het centraal zenuwstelsel. Terwijl alle lokaal-anesthetica inherente vaatverwijders zijn kan een initiële vasoconstrictie plaatsvinden door een verdringing van Ca^{2+} van de celmembraan. Dit is frequent gemeld voor prilocaïne en mepivacaïne. Bij hogere concentraties anestheticum treedt een meer algemene inhibtie van neuronen op. Deze algehele depressie van het centraal zenuwstelsel kan uiteindelijk resulteren in bewustzijnsverlies, afname van de ademhalingsfrequentie, een zekere remming van de autonome ganglia en uiteindelijk een cardiovasculaire collaps.

10.4.2 Cardiovasculaire effecten

Aangezien het hart veel minder gevoelig is voor een te hoge dosis anestheticum dan de hersenen, treden cardiotoxische effecten meestal veel

later op dan de effecten op het centraal zenuwstelsel. Door cardiologen wordt lidocaïne zelfs toegepast in plasmaconcentraties van 1-3 µg/ml bij de acute behandeling van hartritmestoornissen.

Verhoogde concentraties van het anestheticum (5 tot 10 µg/ml) leiden tot een remming van de actiepotentiaalgeleiding in het hart. Dit leidt tot een afname van de hartfrequentie en een verminderde contractiekracht van het myocard. Bij concentraties hoger dan 10 µg/ml nemen deze effecten in ernst toe, waardoor uiteindelijk zelfs een circulatiestilstand kan ontstaan.

De cardiotoxiciteit van lokaal-anesthetica is naast concentratieafhankelijk ook gerelateerd aan de sterkte van het anestetisch effect. Lidocaïne heeft de geringste negatieve invloed op de contractiekracht van de hartspier. Bij meer potente lokaal-anesthetica, zoals bupivacaïne, is er een geringer verschil tussen de dosis die toxische effecten op het centraal zenuwstelsel heeft en de dosis die resulteert in cardiovasculaire effecten.

10.4.3 Handelwijze bij toxische reacties

De behandeling van een overdosering lokaal-anestheticum is afhankelijk van de ernst van de reactie. In de meeste gevallen zijn de klinische verschijnselen mild en voorbijgaand en behoeven geen specifieke behandeling, aangezien door afbraak en redistributie in het lichaam de concentraties anestheticum in hersenen en hart snel zullen afnemen. De patiënt wordt gerustgesteld, en de ademhaling en circulatie worden voortdurend gecontroleerd. Bij het optreden van convulsies dienen armen en benen te worden beschermd tegen verwonding.

In het – uiterst zeldzame – geval dat het hartcontractiekracht-verminderende effect van het lokaal-anestheticum aanleiding is tot insufficiëntie van de circulatie moet de patiënt onder zuurstoftoediening en zo nodig reanimatie worden overgebracht naar de afdeling Spoedeisende Hulp van een ziekenhuis.

10.5 Systemische effecten van vasoconstrictoren

Intoxicatieverschijnselen door toegevoegde vasoconstrictoren komen zelden voor, en zullen alleen bij intravasculaire injectie complicaties veroorzaken. Een toename van de epinefrineconcentratie in het bloed kan een aanzienlijke stijging van bloeddruk en hartfrequentie veroorzaken. Bij hogere bloedspiegels ontstaan gevoelens van angst en onrust. De patiënt voelt zich beverig, ziet bleek en gaat sterk transpireren. Hartritmestoornissen behoren eveneens tot de mogelijkheden.

Ook aan felypressine worden systemische effecten toegeschreven, zoals een bloeddrukstijging. Deze effecten treden gewoonlijk echter pas op bij doseringen die het vijf- tot tienvoudige bedragen van de maximaal aanbevolen hoeveelheid felypressine. De maximale dosering felypressine voor volwassenen bedraagt 5,4 µg en voor epinefrine 200 µg.

De kans op intravasculaire toediening van een vasoconstrictor kan worden geminimaliseerd door gebruik van automatisch aspirerende carpule-

spuiten. Bovendien dient men zich te realiseren dat pijnprikkels door onvoldoende anesthesie aanleiding kunnen geven tot een hoge endogene productie van epinefrine. De risico's hiervan zijn minstens zo groot als de risico's van een – laaggedoseerde – toevoeging van een vasoconstrictor. Bovendien is toevoeging van een vasoconstrictor een beschermende maatregel tegen intoxicatie door het anestheticum: het doel ervan is immers de resorptie van het anestheticum te vertragen en bijspuiten tijdens de behandeling in verband met uitwerking van het anestheticum te voorkomen.

Intermezzo 10.3

De vasoconstrictie door epinefrine komt tot stand door een stimulering van α_1 -adrenerge receptoren op de gladde spieren van de vaatwand. Door binding aan β_2 -adrenerge receptoren heeft epinefrine ook een vasodilatator effect in de bloedvaten van de skeletspieren, waardoor de diastolische bloeddruk daalt. De sterke werking van epinefrine op β_1 -adrenerge receptoren in het hart geeft een versterking van de hartwerking door een verhoging van de contractiekracht (positief inotrop effect), een vergroting van de geleiding in het hart (positief dromotrop effect) en een vergroting van de hartfrequentie (positief chronotrop effect), waardoor de systolische bloeddruk sterk kan stijgen. Tevens kunnen extrasystolen en, bij hoge doses epinefrine, zelfs ventrikelfibrilleren en hartstilstand optreden. Een snelle stijging van de systolische bloeddruk heeft een kloppende hoofdpijn tot gevolg.

10.6 Allergische reacties

In het verleden gaven ester-anesthetica frequent aanleiding tot allergische reacties. Verantwoordelijk hiervoor zijn de PABA-analogen die ontstaan bij de afbraak van ester-anesthetica. Bij gebruik van de huidige amide-anesthetica zijn allergische reacties uiterst zeldzaam. Gezien de structuur van epinefrine en het lichaamseigen karakter lijken allergische reacties tegen deze vasoconstrictor uitgesloten. Felypressine is een lichaamsvreemd peptide waartegen in theorie wel een reactie mogelijk is. Overgevoeligheidsreacties op toediening van lokale anesthesie worden meestal toegeschreven aan toegevoegde conserveermiddelen en antioxidantia. Aangezien de conserveermiddelen methyl- en propylparabeen tegenwoordig zelden worden toegevoegd aan carpules lokaal-anestheticum, is het antioxidant bisulfiet vermoedelijk de meest frequente oorzaak van allergische reacties na toediening van lokale anesthesie.

In principe kunnen twee soorten allergische reacties ontstaan: de onmiddellijke overgevoeligheidsreactie (type-I-reactie) en de vertraagde overgevoeligheidsreactie (type-IV-reactie).

10.6.1 Onmiddellijke overgevoelighedsreacties

Bij een onmiddellijke overgevoelighedsreactie spelen IgE-antilichamen op mestcellen een centrale rol. Patiënten kunnen IgE-antilichamen hebben ontwikkeld tegen een bestanddeel van het lokaal-anestheticum. Indien dit middel bij deze patiënten opnieuw wordt toegediend zal het zich binden aan de IgE-moleculen op het oppervlak van de mestcellen. De mestcellen worden razendsnel geactiveerd, waardoor histamine wordt afgegeven aan de omringende weefsels. Hierdoor ontstaan vaatverwijding, verhoging van de vaatwandpermeabiliteit en contractie van glad spierweefsel. Deze reacties treden binnen een uur na het injecteren van het lokaal-anestheticum op; zeer heftige reacties kunnen zich binnen een minuut ontwikkelen.

De klinische verschijnselen kunnen in ernst variëren. Lokaal kunnen roodheid, urticaria, jeuk en oedeem ontstaan. Larynx- en glottisoedeem gaan gepaard met het risico van verstikking. Ernstige reacties kunnen aanleiding geven tot hypotensie, tachycardie, bewustzijnsverlies en in zeer zeldzame gevallen uitmonden in een anafylactische shock. Bij een anafylactische shock is de patiënt niet bleek maar roze door de gegeneraliseerde vaatverwijding.

10.6.2 Vertraagde overgevoelighedsreacties

Een vertraagde overgevoelighedsreactie is afhankelijk van gesensibiliseerde T-lymfocyten. Bij hernieuwd contact met het allergeen worden de T-lymfocyten geactiveerd, waardoor specifieke eiwitten worden afgegeven (cytokines). Hierdoor ontstaat een lokale ontstekingsreactie met bijbehorende weefselschade, die gepaard gaat met roodheid en zwelling. Een vertraagde overgevoelighedsreactie op het anestheticum kan zich ook manifesteren als een lichenoid reactie. Bij een vertraagde overgevoelighedsreactie op een geïnjecteerd lokaal-anestheticum klaagt de patiënt meestal over pijnlijke of branderige slijmvliezen. Vertraagde overgevoelighedsreacties ontstaan langzaam in 24 tot 72 uur, hoewel bij sterke sensibilisatie de eerste verschijnselen reeds na enkele uren kunnen optreden.

Intermezzo 10.4

Door het frequent appliceren van een lokaal-anestheticum op de huid kan sensibilisatie optreden waardoor contacteczeem ontstaat, een type-IV-overgevoelighedsreactie. In de tijd dat lokale anesthetica van het ester-type nog frequent in de tandheelkunde werden gebruikt, werd door morsen van injectievloeistof bij tandartsen en tandartsassistenten regelmatig contacteczeem aan de vingers waargenomen. De thans gebruikte amide-type anesthetica zijn zwakke allergenen. Tegenwoordig ontstaat contacteczeem bij tandartsen meestal door bestanddelen van composieten en adhesieven en het gebruik van latex handschoenen.

10.6.3 Behandeling allergische reacties

Een anafylactische shock is een levensbedreigende situatie. Een patiënt die binnen enkele minuten na toediening van een lokaal-anestheticum een uitgebreide allergische reactie vertoont met hypotensie, tachycardie, ademhalingsverschijnselen en/of bewustzijnsverlies moet daarom direct behandeld worden. Eerst wordt de patiënt in de houding van Trendelenburg gebracht en krijgt zo spoedig mogelijk epinefrine intramusculair geïnjecteerd om de bloeddrukdaling te couperen. Vervolgens worden een antihistaminicum en een glucocorticoïd toegediend. Zuurstoftoediening is aanbevolen. De patiënt moet zo snel mogelijk worden overgebracht naar de afdeling Spoedeisende Hulp van een ziekenhuis (tabel 10.2).

Glottisoedeem krijgt dezelfde behandeling. Zolang er nog enige ventilatie is, wordt het laten inademen van zuurstof aanbevolen. Bij een volledige luchtwegobstructie is een spoedintubatie of tracheotomie het laatste redmiddel.

Lichte overgevoelighedsreacties zoals urticaria of jeuk behoeven niet per se behandeling; zo nodig volstaat orale toediening van een antihistaminicum.

Tabel 10.2 Behandeling anafylactische reactie

• Beëindig tandheelkundige behandeling • Breng patiënt in houding van Trendelenburg (hoofd en hart lager dan de benen)
<i>De verdere behandeling is afhankelijk van de ernst van de verschijnselen.</i>
<i>Indien de reactie zich tot de huid beperkt:</i>
• Dien oraal een antihistaminicum toe, bijvoorbeeld een tablet 10 mg cetirizine (Zyrtec[®]) of een tablet 10 mg loratadine (Claritin[®])
<i>Bij ernstige systemische verschijnselen:</i>
• Injecteer i.m. in de triceps van de bovenarm 0,5-1,0 ml epinefrine (1 ampul à 1 mg/ml), zo nodig na 5 minuten herhalen • Injecteer op dezelfde wijze 2 ml clemastine (Tavegil[®]; 1 ampul van 2 ml à 1 mg/ml) • Injecteer op dezelfde wijze een glucocorticoïd, bijv. 2 ml prednisolon (Di-Adreson-F[®], 1 ampul van 2 ml à 25 mg/ml) of 1 ml dexamethason (Oradexon[®], 1 ampul van 1 ml à 5 mg/ml) • Dien zuurstof toe (circa 5 liter/min) • Regel, ná het nemen van deze maatregelen, zo spoedig mogelijk transport naar een ziekenhuis. Controleer voortdurend hartslag en ademhaling van de patiënt

10.6.4 Beleid bij verdenking op allergie

Aangezien hernieuwde blootstelling aan een allergeen, vooral bij een onmiddellijke overgevoeligheidsreactie, ernstige verschijnselen kan veroorzaken is het beleid erop gericht te voorkomen dat de patiënt opnieuw met de betreffende stof in aanraking komt. Men dient zich echter te realiseren dat de meeste ongewenste reacties die patiënten aan een allergie toeschrijven, normale lichaamsreacties zijn tijdens stressvolle situaties, psychogene reacties of de gevolgen zijn van een falende injectietechniek. Bovendien kunnen allergische reacties ook worden geïnduceerd door latexhandschoenen of andere tandheelkundige materialen en abusievelijk aan het toegediende lokaal-anestheticum worden toegeschreven.

Voor het onderzoek naar de mogelijke oorzaak van een allergische reactie die is opgetreden na toediening van lokale anesthesie, is het gedetailleerd vastleggen van alle gegevens, zoals medicijngebruik, tijdsbeloop van de reactie, eerdere reacties en huidige verschijnselen daarom een belangrijk uitgangspunt. Ook moeten alle andere toegepaste tandheelkundige materialen zorgvuldig worden gedocumenteerd.

Patiënten kunnen voor nader onderzoek worden verwezen naar een allergoloog of dermatoloog. Om vast te stellen of iemand een vertraagde overgevoeligheidsreactie heeft, zal deze specialist met zogenaamde plakproeven de verdachte bestanddelen van het anestheticum apart op de (rug)huid aanbrengen. Na 48 of 72 uur wordt onderzocht of de huid op deze plaatsen een reactie vertoont. Plakproeven zijn vrij betrouwbaar om een vertraagde overgevoeligheidsreactie op een lokaal-anestheticum aan te tonen.

Voor het aantonen van een onmiddellijke overgevoeligheidsreactie kan de allergoloog of dermatoloog gebruikmaken van intracutane tests. Hierbij worden minieme hoeveelheden van het verdachte anestheticum of conserveermiddel in de huid gespoten en vervolgens wordt gekeken of er een huidreactie optreedt. Deze huidtests zijn niet erg betrouwbaar. Daarom wordt soms een zogenaamde provocatietest uitgevoerd waarbij de patiënt bewust aan het verdachte lokaal-anestheticum wordt blootgesteld. Gelet op het risico van een anafylactische reactie zijn deze provocatietests niet ongevaarlijk en mogen zij alleen in een ziekenhuis worden uitgevoerd. Het lijkt echter praktischer om de provocatie te laten uitvoeren met het lokaal-anestheticum, dat als alternatief wordt beschouwd. De kans op een reactie is kleiner en indien de test negatief uitvalt, geeft dit tevens de mogelijkheid tot een veilig advies.

Bij een aangetoonde allergie voor een amide-anestheticum kan het door kruisreactiviteit moeilijk zijn een alternatief amide-anestheticum te vinden. In dat geval moet worden uitgeweken naar een anestheticum van het ester-type. Gelukkig komt een allergie voor een amide-anestheticum zelden voor.

10.7 Preventie van bijwerkingen

Door goede voorlichting en een angstreducerende bejegening van de patiënt kunnen psychogene reacties, de meest voorkomende bijwerkingen, voor een groot deel worden voorkomen. Het afnemen van een medische anamnese is essentieel om patiënten te identificeren bij wie de kans op bijwerkingen is verhoogd. Bovendien kan hiermee het gebruik van medicatie worden opgespoord die op een of andere wijze met lokaal-anesthetica zou kunnen interfereren.

Dien nooit méér anestheticum toe dan noodzakelijk, met een zo laag mogelijke concentratie vasoconstrictor. Gedurende de gehele behandeling blijven alle gebruikte carpules op het werkblad liggen, zodat de totale dosis is na te gaan. Zo wordt overschrijding van de maximale doses door 'bijspuiten' voorkomen. Het risico van intravasculair injecteren van (een gedeelte van) het lokaal-anestheticum wordt geminimaliseerd door voor injectie altijd te aspireren. Tijdens de injectie dient men de patiënt voortdurend te observeren en te informeren hoe het met hem gaat. Ongevenste reacties worden dan het snelst opgemerkt. Laat de patiënt niet zonder toezicht nadat anesthesie is toegediend.

Bij ongewenste reacties, die reeds tijdens het toedienen van het anestheticum optreden, wordt natuurlijk van verdere verdoving afgezien. Ten slotte moet in de praktijk waar de anesthesie wordt toegediend een noodset met geneesmiddelen en materialen aanwezig zijn om in acute situaties adequaat hulp te kunnen verlenen. Deze set dient periodiek te worden gecontroleerd.

Intermezzo 10.5 Enkele algemene preventieve maatregelen bij toepassing van lokale anesthesie

- Neem tevoren een medische anamnese af.
- Stel de patiënt gerust en geef goede voorlichting.
- Gebruik nooit meer anestheticum dan strikt noodzakelijk.
- Gebruik een zo laag mogelijke concentratie vasoconstrictor.
- Aspireer.
- Injecteer langzaam.
- Observeer de reactie van de patiënt tijdens het injecteren.
- Zorg voor een noodset met geneesmiddelen waarmee adequate hulp kan worden verleend.

De tandarts wordt steeds vaker geconfronteerd met medisch gecompromitteerde patiënten. In dit hoofdstuk worden ziektebeelden besproken die een (theoretisch) verhoogd risico meebrengen van bijwerkingen bij toediening van lokale anesthesie (tabel 11.1).

11.1 Inleiding

Om bijwerkingen bij toediening van lokale anesthesie te voorkomen is het belangrijk te achterhalen bij welke patiënten sprake is van een verhoogd risico. Door het afnemen van een gestructureerde – bij voorkeur schriftelijke – medische anamnese kan de tandarts meestal de relevante informatie over de gezondheid van de patiënt achterhalen. Ook medicatie die met het lokaal-anestheticum zou kunnen interfereren wordt ermee geïdentificeerd.

Indien de patiënt bij de afname van de medische anamnese een ziekte of aandoening meldt waaruit een interactie met het toedienen van lokaal-anesthetica kan voortkomen, is overleg met de behandelend arts verstandig en soms zelfs noodzakelijk. Voor het opvragen van medische informatie bij de huisarts of medisch specialist is nadrukkelijk, bij voorkeur schriftelijke, toestemming van de patiënt vereist.

Tabel 11.1	Aanbevelingen voor de toepassing van lokale anesthesie in de algemene praktijk bij risicogroepen.		
	<i>lokaal-anestheticum</i>	<i>vasoconstrictor</i>	<i>overige aspecten</i>
alcoholisme	max. dosis reduceren		
allergie voor – anestheticum (gedocumenteerd) – latex – antioxidant (natriumbisulfiet)	ander type anestheticum (afhankelijk van allergologisch onderzoek)	epinefrine alleen zonder toevoeging natriumbisulfiet	alternatief: algehele anesthesie glazen carpules met rubberen stop gecontraïndiceerd , alternatief: anesthesievloeistof opzuigen in plastic spuit natriumbisulfiet gecontraïndiceerd alternatief: felypressine bevattend anestheticum
anafylaxe: zie allergie			
anemie	max. dosis prilocaïne reduceren		
angina pectoris – instabiel – overig	gecontraïndiceerd	epinefrine beperken	
angststoornis (voor naalden, injectiespuiten, verdooving)			alternatieven: The Wand, algehele anesthesie, premedicatie
anorexia nervosa	max. dosis reduceren		
asthma bronchiale			gebruik conserveermiddelen ontraden
Basedow: zie hyperthyreoïdie			
bloedingsneiging: zie hemorragische diathese			

	<i>lokaal-anestheticum</i>	<i>vasoconstrictor</i>	<i>overige aspecten</i>
bradycardie	max. dosis reduceren	epinefrine beperken	
bronchitis – chronisch		epinefrine beperken	bilaterale geleidingsanesthesie ontraden
cocaïnegebruik – minder dan 24 uur geleden		epinefrine gecontraïndiceerd	
coeliakie	max. dosis reduceren		
COPD		epinefrine beperken	bilaterale geleidingsanesthesie ontraden
CVA – minder dan 1 jaar geleden – langer dan 1 jaar geleden		epinefrine beperken	overleg met arts
decompensatio cordis	max. dosis reduceren	epinefrine beperken	
diabetes – onvoldoende gecontroleerd		epinefrine beperken	
eczeem – chronisch constitutioneel			conserveermiddelen ontraden
feochromocytoom		epinefrine gecontraïndiceerd	
gastro-oesofageale refluxziekte – behandeld met cimetidine	max. dosis reduceren		
gedragsstoornissen – met genees- middelgebruik		epinefrine beperken	
glaucoom		epinefrine beperken	
G6PD-deficiëntie	prilocaine ontraden		

	<i>lokaal-anestheticum</i>	<i>vasoconstrictor</i>	<i>overige aspecten</i>
Graves: zie hyperthyreoïdie			
hartfalen: zie decompensatio cordis			
hartinfarct: zie myocardinfarct			
hartklepafwijkingen (incl. kunstkleppen)			intraligamentaire anesthesie ontraden
hartritmestoornissen		epinefrine beperken	
hemofilie – stollingsfactor < 50 %			geleidingsanesthesie ontraden
hemorragische diathese			geleidingsanesthesie ontraden
hepatitis	max. dosis reduceren		evt. ester-type anestheticum toepassen
Huntington, ziekte van – met geneesmiddel- gebruik		epinefrine beperken	
hypertensie		epinefrine beperken	
hyperthyreoïdie – onvoldoende gecontroleerd		epinefrine gecontraïndiceerd	behandeling uitstellen
hypoproteïnemie	max. dosis reduceren		
hypothyreoïdie	max. dosis reduceren		
ischemische hartziekten	max. dosis reduceren	epinefrine beperken	
leukemie – met verhoogde bloedingsneiging			geleidingsanesthesie ontraden
levercirrose	max. dosis reduceren		eventueel ester-type anestheticum toepassen

	<i>lokaal-anestheticum</i>	<i>vasoconstrictor</i>	<i>overige aspecten</i>
longemfyseem		epinefrine beperken	bilaterale geleidingsanesthesie ontraden
marihuana-gebruik – recent			epinefrine ontraden
myasthenia gravis		epinefrine beperken	
myocardinfarct – minder dan 6 weken geleden – overig	gecontraïndiceerd max. dosis reduceren	 epinefrine beperken	behandeling uitstellen
nierinsufficiëntie	max. dosis reduceren		
ondervoeding	max. dosis reduceren		
orale antitrombotica, zie hemorragische diathese			
osteopetrosis		epinefrine beperken	
ouderdom	max. dosis reduceren	epinefrine beperken	
Parkinson, ziekte van – met geneesmiddel- gebruik		epinefrine beperken	
porfyrie	lidocaïne en mepivacaïne ontraden		
psychiatrische stoornissen – met geneesmiddel- gebruik		epinefrine beperken	
radiotherapie – van hoofd-halsgebied		vasoconstrictoren beperken	
sikkelcelanemie	max. dosis prilocaïne reduceren	epinefrine beperken	
‘short bowel’ syndroom	max. dosis reduceren		
SLE – gevorderd ziekteproces	max. dosis reduceren		

	<i>lokaal-anestheticum</i>	<i>vasoconstrictor</i>	<i>overige aspecten</i>
spasticiteit			injectienaalden in mond ontraden; alternatief: inhalatiesedatie of algehele anesthesie
trombocytopenie – bloedplaatjes < 50 000/ mm ³			geleidingsanesthesie ontraden
ulcus pepticum – behandeld met cimetidine of protonpompblokker	max. dosis reduceren		
von Willebrand, ziekte van			geleidingsanesthesie ontraden
zwangerschap	bupivacaïne ontraden; anestheticum met hoge eiwitbinding eerste keus; max. dosis reduceren;	felypressine ontraden; epinefrine beperken	indien mogelijk: uitstel behandeling. Anders bij voorkeur in tweede trimester behandelen.

Max. dosis reduceren = per behandelssessie niet meer dan 25-50 procent van de maximaal toegestane dosering van het betreffende anestheticum toepassen.

Epinefrine beperken = per behandelssessie dient de totale hoeveelheid epinefrine beperkt te worden tot 0,04 mg voor volwassenen (= 4 ml met epinefrine 1 : 100 000 of 8 ml met 1 : 200 000). Voor nadere informatie over de genoemde ziektebeelden: zie Algemene Ziekteleer voor Tandartsen. Houten, 2001: Bohn Stafleu van Loghum.

11.2 Hartziekten

Lokaal-anesthetica verminderen de contractiekracht van het hart. Daarom moet rekening worden gehouden met het manifest worden van een latent hartfalen (decompensatio cordis) bij het toedienen van lokale verdoving. Bovendien is bij hartfalen de leverperfusie gedaald, waardoor de halfwaardetijd van amide-type anesthetica toeneemt en de kans op overdosering stijgt. Door de vertraging van de actiepotentiaalgeleiding in het hart onder invloed van lokaal-anesthetica moet ook – althans in theorie – rekening worden gehouden met het ontstaan van een atrioventriculair blok, waardoor een erg traag hartritme ontstaat dat gepaard kan gaan met duizeligheid of bewustzijnsverlies.

Een verhoging van de concentratie epinefrine in het bloed leidt tot een toename van de hartarbeid. Hierdoor kan bij patiënten met een ischemische hartziekte het zuurstoftekort in de hartspier toenemen, en zou een aanval van angina pectoris of zelfs een hartinfarct kunnen worden uit-

gelokt. Aanbevolen wordt een tandheelkundige behandeling, indien noodzakelijk, pas zes weken of meer na een myocardinfarct te laten plaatsvinden. Verder kan epinefrine leiden tot hartritmestoornissen.

Omdat pijn tijdens de tandheelkundige behandeling bij de patiënt een aanzienlijke stijging van de productie van epinefrine in het bijniemerg veroorzaakt, is adequate anesthesie bij patiënten met ischemische hartziekten essentieel. Volgens de American Heart Association is het verantwoord epinefrine als vasoconstrictor toe te passen in een verdunning van 1 : 100 000 of 1 : 200 000 en de totale hoeveelheid epinefrine te beperken tot 0,04 mg voor volwassenen (= 4 ml anesthesievloeistof met epinefrine 1 : 100 000, 8 ml met 1 : 200 000), mede afhankelijk van lengte en lichaamsgewicht van de patiënt. Uiteraard dient men altijd voor het injecteren te aspireren om het risico van intravasculaire injectie van epinefrine te minimaliseren. Een mogelijk alternatief voor epinefrine is het gebruik van prilocaïne waaraan als vasoconstrictor felypressine is toegevoegd, dat geen of beperkte cardiale effecten heeft.

Patiënten met structurele hartafwijkingen en/of kunsthartkleppen hebben een verhoogd risico op het ontstaan van een infectieuze endocarditis, een ontsteking van het endotheel dat de binnenzijde van het hart en de hartkleppen bekleedt. De meeste injecties in de mondholte veroorzaken zelf geen aantoonbare bacteriëmie, zodat profylactische toediening van een antibioticum niet is vereist. Voor de daaropvolgende tandheelkundige ingreep kan natuurlijk wel endocarditisprofylaxe geïndiceerd zijn!

Bij intraligamentaire anesthesie kunnen aanzienlijke aantallen bacteriën in de bloedsomloop komen. Deze injectietechniek dient bij risicopatiënten dan ook achterwege te blijven, tenzij antibioticaprofylaxe reeds is geïndiceerd vanwege de daaropvolgende bloedige ingreep.

11.3 Hypertensie

De stress ten gevolge van de toediening van lokale anesthesie leidt zowel bij gezonde individuen als bij patiënten met hypertensie tot een stijging van de bloeddruk. Vóór toediening van een lokaal-anestheticum moet daarom de ernst van de hypertensie worden vastgesteld. Men kan de hypertensiepatiënt vragen of de bloeddruk recent is gemeten en zo ja, welke bloeddrukwaarden op dat moment zijn vastgesteld. Eventueel kan de tandarts zelf de bloeddruk bepalen.

Patiënten met een systolische bloeddrukwaarde boven 200 mmHg en/of een diastolische waarde boven 115 mmHg dienen pas tandheelkundig te worden behandeld als de bloeddruk is gecorrigeerd. Als de hypertensiepatiënt een systolische bloeddruk tussen 160 en 200 mmHg of een diastolische druk tussen 105 en 115 mmHg heeft én de patiënt hiervoor reeds onder medische behandeling is, kunnen de meeste tandheelkundige verrichtingen worden uitgevoerd. Angst voor de injectie kan een verdere stijging van de bloeddruk veroorzaken. Belangrijk is het creëren van een

open sfeer, waarin de patiënt de eventuele zorgen over de voorgenomen injectie durft te bespreken en de tandarts daarmee rekening houdt.

Ook voor patiënten met hypertensie geldt dat pijn tijdens een tandheelkundige ingreep leidt tot een aanzienlijke stijging van de productie van epinefrine in het bijniemerg, waardoor de bloeddruk aanmerkelijk kan stijgen. Anderzijds kan het gebruik van grote hoeveelheden anestheticum met epinefrine als vasoconstrictor of abusievelijke intravasculaire toediening aanleiding geven tot een bloeddrukstijging.

Aanbevolen wordt bij hypertensiepatiënten epinefrine alleen toe te passen in een verdunning van 1 : 100 000 of 1 : 200 000 en de totale hoeveelheid te beperken tot 0,04 mg voor volwassenen (= 4 ml anesthesievloeistof met epinefrine 1 : 100 000, 8 ml met 1 : 200 000). Juist bij deze patiëntengroep dient men altijd te aspireren vóór het injecteren van het lokaal-anestheticum. Ook zou men, net als bij patiënten met ernstige hartziekten, kunnen overwegen lokale anesthesie met felypressine als vasoconstrictor te geven.

11.4 Cerebrovasculair accident

De mogelijkheid om een lokaal-anestheticum toe te passen bij patiënten die een herseninfarct of hersenbloeding hebben gehad is afhankelijk van het moment waarop het cerebrovasculair accident (CVA) plaatsvond en van de aanwezigheid van bepaalde risicofactoren.

CVA-patiënten die op dit moment aan Transient Ischemic Attacks (TIA's) lijden dienen geen electieve tandheelkundige verrichtingen te ondergaan en dus ook geen lokale anesthesie te ontvangen. Indien het CVA minder dan één jaar geleden plaatsvond dient overleg met de behandelend arts plaats te vinden. Patiënten bij wie het CVA meer dan één jaar tevoren optrad kunnen behandeld worden met een lokaal-anestheticum waaraan een beperkte hoeveelheid adrenaline als vasoconstrictor is toegevoegd (0,04 mg voor volwassenen).

11.5 Verhoogde bloedingsneiging

Een verhoogde bloedingsneiging ('hemorragische diathese') wordt meestal veroorzaakt door geneesmiddelgebruik of door een aangeboren afwijking. Zo worden ter preventie van overmatige bloedstolling twee soorten geneesmiddelen toegepast (antitrombotica). Enerzijds remmers van de bloedplaatjesaggregatie, waarvan de belangrijkste zijn acetylsalicylzuur (Aspirine[®]), carbasalaatcalcium (Ascal[®]) en clopidogrel (Plavix[®]). Daarnaast worden de cumarinederivaten acenocoumarol (Sintrom[®]) en fenprocoumon (Marcoumar[®]) gebruikt die de vorming van het fibrinestelsel tegengaan.

Bij patiënten die orale antitrombotica gebruiken bestaat tijdens de passage van de injectienaald door de weefsels het risico van een uitgebreid hematoom. Ook bij patiënten met een aangeboren stollingsstoornis, zoals hemofilie, kan een omvangrijk prikhematoom ontstaan. Een ernstige

bloeding in de weefsels rond de pharynx na mandibulaire geleidingsanesthesie kan een luchtwegobstructie veroorzaken met alle risico's van dien.

Geleidingsanesthesie dient daarom bij hemofiliepatiënten alleen toegevend te worden als de concentratie stollingsfactor minstens vijftig procent is van de normaalwaarde. Bij patiënten die cumarinederivaten gebruiken kan als richtlijn een antistollingsniveau INR < 2,8 gelden.

Een alternatief bij deze patiënten is toepassing van infiltratieanesthesie of intraligamentaire anesthesie, aangezien deze injectietechnieken niet met significante hematoomvorming zijn geassocieerd.

Bij patiënten die behandeld worden met cumarinederivaten kan eventueel, in overleg met de hematoloog, door toediening van vitamine K tijdelijk het antistollingsniveau worden verminderd. Een andere mogelijkheid is gebruik van antifibrinolytische therapie, zoals toediening van tranexaminezuur (Cyklokapron[®]).

11.6 Leverfunctiestoornissen

Patiënten met een sterk verminderde leverfunctie, bijvoorbeeld door een hepatitis of levercirrose, zijn meestal ernstig ziek. Indien bij deze patiënten toediening van een lokaal-anestheticum is geïndiceerd, dient men rekening te houden met een verminderd metabolisme van amide-type anesthetica in de lever, waardoor de kans op overdosering toeneemt. Door de verminderde synthese van albumine in de aangetaste lever is de eiwitbinding van anesthetica verlaagd, waardoor het risico van overdosering toeneemt. In overleg met de behandelend arts dient gestreefd te worden naar een zo laag mogelijke dosering. Eventueel kan toepassing van een ester-type anestheticum worden overwogen dat in het bloedplasma wordt gemetaboliseerd (zie par. 3.3.7).

11.7 Diabetes mellitus

Epinefrine heeft een antagonistische werking op insuline. Door toediening van een anestheticum met epinefrine als vasoconstrictor zou de bloedglucosespiegel bij patiënten met diabetes mellitus in theorie onregelmatig kunnen worden. De tandheelkundige ingreep onder lokale anesthesie zal door effecten op het eetpatroon het bloedglucosegehalte echter meestal veel sterker beïnvloeden dan de toegediende hoeveelheid epinefrine. Alleen bij insuline-afhankelijke diabetes bij wie de bloedglucosespiegel slecht is gereguleerd dient men het gebruik van epinefrine als vasoconstrictor te reduceren. De tandarts dient voorafgaande aan de toediening van lokale anesthesie dan ook de regulatie van de diabetes te verifiëren. Tegenwoordig zijn veel patiënten met diabetes in staat zelf hun bloedglucosespiegel te bepalen en daarnaar te handelen.

11.8 Hyperthyreoïdie

Het schildklierhormoon heeft een direct effect op het myocard. Hierdoor worden bij patiënten met hyperthyreoïdie een versnelde hartslag en een verhoogde bloeddruk waargenomen. Bovendien vertonen deze patiënten vaak onvoorspelbare reacties op toediening van geneesmiddelen (idiosyncrasieën), waardoor lokaal-anesthetica bij patiënten met een onbehandelde hyperthyreoïdie een thyreotoxische crisis kunnen veroorzaken. Electieve tandheelkundige verrichtingen moeten daarom worden uitgesteld tot behandeling van de hyperthyreoïdie is ingesteld. Indien lokale anesthesie onvermijdelijk is, is felypressine als vasoconstrictor veiliger dan epinefrine.

11.9 Hypoproteïnemie

Bij patiënten met een hypoproteïnemie is al bij lagere dosering de toxiciteit merkbaar van lokaal-anesthetica die zich sterk aan plasma-eiwitten binden. Articaine, dat zeer sterk aan plasma-eiwitten bindt, zou hierdoor eerder tot toxiciteit leiden dan lidocaïne en prilocaïne. Situaties die aanleiding kunnen geven tot een te laag eiwitgehalte van het bloedplasma zijn anorexia nervosa, levercirrose, chronische darmontstekingen en het nefrotisch syndroom (lekkage van eiwit via de nieren). Bij deze patiënten dient men dus te streven naar een zo laag mogelijke dosering van het lokaal-anestheticum.

11.10 Zwangerschap

Toediening van een lokaal-anestheticum met een vasoconstrictor kan risico's voor het ongeboren kind en voor de moeder opleveren. Articaine, lidocaïne en mepivacaïne kunnen voorzover bekend zonder gevaar voor de foetus worden gebruikt. Articaine lijkt hierbij de eerste keus: dit anestheticum heeft de sterkste binding aan plasma-eiwitten waardoor de overdracht via de placenta naar de foetus wordt geminimaliseerd. Voor prilocaïne geldt dat het bij de neonat methemoglobinemie kan veroorzaken (intermezzo 11.1)

Felypressine is verwant aan het hormoon oxytocine, dat tijdens de bevalling contracties van de baarmoeder induceert, waardoor de toepassing van deze vasoconstrictor tijdens de zwangerschap wordt afgeraden. Aangezien ook epinefrine effecten op de baarmoeder heeft, dient ook de toegediende hoeveelheid van deze vasoconstrictor te worden beperkt. Anderzijds moet pijn tijdens de tandheelkundige ingreep, een belangrijke stimulus voor endogene productie van epinefrine, worden voorkomen.

Als gevolg van een verminderde nierfunctie tijdens de zwangerschap kan de plasmaconcentratie van het lokaal-anestheticum toenemen, waardoor het risico van overdosering voor de aanstaande moeder toeneemt. Dit is met name voor bupivacaïne gerapporteerd.

Hoewel zwangerschap dus geen absolute contra-indicatie vormt voor toediening van lokale anesthesie, is het in veel gevallen mogelijk de tandheelkundige ingreep uit te stellen tot na de zwangerschap. Indien een tandheelkundige handeling tijdens de zwangerschap noodzakelijk is, is het het beste deze tijdens het tweede trimester uit te voeren, en dan maximaal twee tot drie carpules lokaal-anestheticum toe te dienen.

Intermezzo 11.1 Methemoglobine

Hemoglobine in erythrocyten bevat tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) dat geleidelijk wordt geoxideerd tot driewaardig ijzer (Fe^{3+}), waardoor methemoglobine ontstaat. Het gehalte aan methemoglobine, dat niet in staat is zuurstof te binden, blijft onder normale omstandigheden beperkt tot circa 1% van het totale hemoglobinegehalte.

Orthotoluidine, een afbraakproduct van prilocaïne, kan het gehalte aan methemoglobine doen toenemen waardoor hypoxie kan ontstaan.

Bij gezonde volwassenen treedt methemoglobinemie alleen op bij toediening van hoge doses prilocaïne (400–600 mg). De behandeling bestaat uit intraveneuze toediening van methyleenblauw.

11.11 Geneesmiddelengebruik

Over het algemeen geldt dat veel geneesmiddelen zich binden aan plasma-eiwitten en daardoor een competitie aangaan met lokaal-anesthetica die eveneens aan plasma-eiwitten binden. Dit kan aanleiding geven tot een vermindering van het aantal beschikbare bindingsplaatsen voor lokaal-anesthetica, en aldus tot een verhoogde toxiciteit van het anestheticum. Daarnaast zijn van een aantal geneesmiddelen meer specifieke interacties met lokaal-anesthetica beschreven.

De werking van membraanstabilerende middelen, zoals fenytoïne (Diphantoïne[®], Epanutin[®]), wordt versterkt door lokaal-anesthetica waardoor een cardiotoxisch effect kan optreden. Bij een combinatie van een lokaal-anestheticum en een antiarrhythmicum als kinidine kan het effect op de atrioventriculaire geleiding in het hart worden versterkt.

Sedativa, zoals diazepam (Valium[®], Stesolid[®]), verhogen de toxische werking van lokaal-anesthetica. Dit dosisafhankelijke effect lijkt bovendien wederzijds: het lokaal-anestheticum intensiveert de sedatie.

Sulfonamiden (bijvoorbeeld Sulfadiazine[®]) beïnvloeden het metabolisme van prilocaïne, waardoor de kans op het ontstaan van methemoglobinemie toeneemt (intermezzo 11.1). De H_2 -receptorantagonist cimetidine, toegepast bij de behandeling van maagzweren en refluxklachten, vertraagt de afbraak van lidocaïne. Hierdoor neemt de plasmaspiegel van lidocaïne enigszins toe.

Bètablokkers gaan een interactie aan met leverenzymen die amide-type anesthetica metaboliseren. Aangezien het gebruik van bètablokkers

bovendien de bloedstroom door de lever reduceert, leidt dit tot een toename van de concentratie anestheticum in het plasma. Toediening van epinefrine aan hartpatiënten die behandeld worden met niet-selectieve bètablokkers (carvedilol, labetalol, oxprenolol, pindolol, propranolol en sotalol) kan bovendien leiden tot hypertensie, omdat de α -adrenerge vasoconstrictie door de blokkade van de β_2 -receptoren niet wordt gecompenseerd door vasodilatatie in skeletspieren. Dit risico treedt niet op bij gebruik van selectieve bètablokkers (atenolol, betaxolol, bisoprolol, celiprolol, esmolol, metoprolol en nebivolol).

Tricyclische antidepressiva (bijv. amitriptyline, clomipramine) remmen de heropname van epinefrine in zenuwcellen, waardoor de concentratie ter plaatse van de receptoren wordt vergroot. Hierdoor kunnen bij gebruik van tricyclische antidepressiva de cardiovasculaire effecten van epinefrine worden versterkt. Toepassing van epinefrine als vasoconstrictor wordt bij deze patiënten afgeraden. Een ander type antidepressivum, de zogenaamde MAO-remmer (bijv. fenelzine), remt de afbraak van epinefrine in het centraal zenuwstelsel, waardoor bij gelijktijdige toediening van epinefrine eveneens het risico van een hypertensieve reactie zou bestaan.

Fenothiazinen (antipsychotica, bijvoorbeeld chloorpromazine en perfenazine) blokkeren de α -adrenerge receptoren. Toediening van epinefrine zou bij deze patiënten kunnen leiden tot een ernstige daling van de bloeddruk: de α -adrenerge vasoconstrictie kan niet optreden, maar de α_2 -adrenerge vasodilatatie vindt wel plaats. Dus dient epinefrine bij gebruik van fenothiazinen niet als vasoconstrictor te worden toegepast.

Ook bij patiënten die neusdruppels gebruiken dient men op te passen. De neusdruppels bevatten soms het sympathicomimetische middel fenylefrine, waardoor epinefrine onverwacht sterke effecten kan hebben. Cocaïne en derivaten zoals 'crack' zijn eveneens sympathicomimetica. Toepassing van epinefrine als vasoconstrictor is daarom gecontraïndiceerd bij individuen die recent cocaïne hebben gebruikt.

Patiënten die langdurig met corticosteroïden worden behandeld kunnen tijdens ingrijpende tandheelkundige ingrepen behoefte hebben aan een aanvullende dosis corticosteroïden ('stress-protocol'). Dit is niet vereist voor toediening van een lokaal-anestheticum, maar is afhankelijk van de uitgebreidheid van de daaropvolgende tandheelkundige of kaakchirurgische ingreep.

De tandarts doet er goed aan rekening te houden met de mogelijkheid dat hij in bepaalde gevallen voor een rechter verantwoording moet afleggen voor het geven of laten geven van lokale anesthesie. Hij kan hierbij voor verschillende rechters worden gedaagd, die elk op grond van hun eigen criteria naar de zaak kijken. Daarom komen eerst de verschillende instanties aan de orde die de tandarts beoordelen. Vervolgens wordt de bevoegdheid besproken van de tandarts en diens medewerkers om lokale anesthesie te geven. Tot slot wordt aan de hand van verschillende casussen nagegaan met welk soort problemen de tandarts na toediening van lokale anesthesie kan worden geconfronteerd en onder welke omstandigheden deze de tandarts kunnen worden aangerekend en het tot een veroordeling kan komen.

12.1 Rechters en colleges

Wanneer een patiënt meent dat zijn tandarts hem niet goed heeft behandeld, kan hij met een klacht bij verschillende instanties terecht. Bij de keuze tussen diverse instanties laat de patiënt zich meestal door twee overwegingen leiden:

- 1 Hoe eenvoudig en goedkoop is de procedure?
- 2 Wat levert de procedure mij op?

Doorgaans wenst een klagende patiënt dat de aangeklaagde tandarts een vorm van straf of correctie krijgt en dat de geleden schade wordt vergoed. Wil de patiënt vooral een bestraffing of correctie van de tandarts, dan bestaan hiervoor twee laagdrempelige instanties:

- 1 *Het wettelijk tuchtcollege*. In een kosteloze procedure wordt bepaald of de tandarts een tuchtmaatregel krijgt opgelegd. De tuchtmaatregelen kunnen variëren van een waarschuwing tot een verbod om het beroep van tandarts uit te oefenen en de bijbehorende titel te voeren. Voor de tandarts is deze procedure onaangenaam, omdat de zittingen doorgaans openbaar zijn met alle publicitaire gevolgen van dien (Brands, 2004a).
- 2 *De strafrechter*. De patiënt kan door aangifte te doen een procedure in werking zetten waarbij de tandarts uiteindelijk wordt vervolgd. Omdat het strafrecht als een uiterst middel wordt beschouwd komen tandartsen

slechts zelden met de strafrechter in aanraking. Wanneer een patiënt na het toedienen van lokale anesthesie echter zou overlijden, wordt een strafrechtelijke procedure tegenwoordig steeds waarschijnlijker. Voor oppassende burgers is een procedure voor de strafrechter bijzonder traumatisch.

Indien de patiënt in eerste instantie de geleden schade vergoed wil hebben, bestaan er verschillende mogelijkheden, twee laagdrempelige en een hoogdrempelige:

- 1 *De klachtencommissie van de Associatie Nederlandse Tandartsen (ANT)*. Is de aangeklaagde tandarts aangesloten bij de klachtencommissie van de ANT dan kan de patiënt hier een schriftelijke klacht indienen (ANT, 1995). De klachtencommissie zal een uitspraak doen over de zaak en over de hoogte van de te vergoeden schade. Deze procedure is bijzonder tandartsvriendelijk, temeer omdat veel zaken schriftelijk afgehandeld worden en de uitspraak slechts een advies is aan de tandarts.
- 2 *De klachtencommissie van de Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde (NMT)*. Is de aangeklaagde tandarts lid van de NMT, dan kan de patiënt bij deze klachtencommissie een klacht indienen. De klachtencommissie zal kosteloos beoordelen in hoeverre de klacht gegrond is (NMT, 2004). Ook kan de commissie haar oordeel gepaard laten gaan met een advies over de hoogte van de te vergoeden schade. Voorafgaand aan een procedure voor de klachtencommissie probeert de Regionale Bemiddelingsraad doorgaans een schikking te treffen tussen de partijen. In extreme gevallen kan de klachtencommissie van de NMT ambtshalve, dus niet op verzoek van een patiënt, een tuchtprocedure tegen een tandarts starten.
- 3 *De burgerlijke rechter*. Wanneer de patiënt schade heeft geleden door iets waarvoor de tandarts aansprakelijk is, kan de patiënt de tandarts voor de burgerlijke rechter dagen. Betreft het een bedrag tot 5000 euro dan kan hij bij de kantonrechter terecht zonder een advocaat te hoeven inschakelen. Is het bedrag hoger dan dient hij zich, voorzien van een advocaat, te melden bij de civiele sector van de rechtbank. De rechter betreft alle mogelijke schadeposten bij zijn oordeel en geeft niet een advies, zoals de klachteninstanties van de beroepsverenigingen doen, maar komt tot een bindende uitspraak. De procedure is meestal schriftelijk en de civiele rechter straft niet. Een nadeel voor de tandarts is dat er met een civiele rechtszaak vaak hoge kosten zijn gemoeid.

Tussen het tuchtrecht en het strafrecht enerzijds en klachtencommissies en het civiele recht anderzijds bestaat een verschil dat vooral belangrijk is voor tandheelkundige praktijken waarin veel handelingen worden gedelegeerd aan een hulpkracht. Voor de tuchtrechter en de strafrechter is alleen van belang of de tandarts zelf iets te verwijten valt. Dit verwijt kan zijn dat de tandarts onvoldoende zorgvuldigheid heeft betracht bij het geven van lokale anesthesie, maar ook dat hij het geven van anesthesie op onjuiste wijze heeft gedelegeerd. Men kan ook terecht bij de klachtencommissies en de civiele rechter wanneer de tandarts zelf niets te verwijten valt, maar een van zijn personeelsleden wel.

Een patiënt, die zich in een tandartsenpraktijk onjuist behandeld voelt, kan dus kiezen uit verschillende instanties waar een klacht wordt ingediend. Hoewel de instanties sterk verschillen, kan men de uitspraken van deze instanties niet los zien van elkaar. Een rechter die in een zaak uitspraak doet baseert zich op de wet. Vooral in het gezondheidsrecht is de wet echter erg vaag. In dat geval resten de rechter twee bronnen waarop hij zich bij een uitspraak kan richten: regels die door de beroepsgroep zelf zijn opgesteld en uitspraken van andere rechters (jurisprudentie). In dit laatste geval dient men zich te realiseren dat bijvoorbeeld een civiele rechter bij de beantwoording van de vraag of een tandarts schadevergoeding moet betalen ook zal kijken naar uitspraken die tuchtrechters in soortgelijke omstandigheden hebben gedaan.

12.2 Bevoegdheid tot het geven van lokale anesthesie

De regels voor de bevoegdheid van medische hulpverleners zijn beschreven in de Wet op de Beroepen in de Individuele Gezondheidszorg (de Wet BIG).

12.2.1 Algehele en lokale anesthesie door de tandarts

Het geven van anesthesie wordt beschouwd als een voorbehouden handeling (Wet BIG, art. 36). Dit betekent dat in beginsel alleen artsen, tandartsen en verloskundigen bevoegd zijn om lokale anesthesie toe te dienen. Een voorwaarde is wel dat ze hiertoe bekwaam zijn. Het aantonen van die bekwaamheid is een kwestie van bewijslast. Een tandarts die al jaren zonder problemen lokale anesthesie toedient wordt geacht bekwaam te zijn. Een tandarts die vanwege een bureaubaan jarenlang geen anesthesie heeft gegeven loopt in een procedure de kans te moeten bewijzen dat hij desondanks nog bekwaam is.

Bij meer specialistische vaardigheden is praktijkervaring mogelijk niet voldoende om de bekwaamheid te bewijzen. Zo is een tandarts in beginsel bevoegd iemand onder narcose te brengen. Aangezien in Nederland het geven van algehele anesthesie door tandartsen geen gemeengoed is, en tandartsen tijdens hun studie doorgaans ook niet patiënten onder narcose brengen, zal van de tandarts die patiënten onder narcose brengt, gevraagd worden zijn bekwaamheid aan te tonen door middel van een aanvullende opleiding.

12.2.2 Lokale anesthesie door de tandartsassistent

Omdat het geven van anesthesie een voorbehouden handeling is, mogen in principe alleen bepaalde in de Wet BIG genoemde beroepsgroepen een anestheticum toedienen. Onder strikte voorwaarden mag een tandarts het toedienen van een lokaal-anestheticum delegeren, bijvoorbeeld aan een assistent (Wet BIG, art. 38). Deze voorwaarden zijn:

- *De opdrachtgever moet zelf bevoegd zijn tot het verrichten van de handeling.*

Aangezien een tandarts bevoegd is om anesthesie te geven zal aan deze voorwaarde voldaan zijn.

- *In gevallen waarin dit redelijkerwijs nodig is, moeten aanwijzingen worden gegeven omtrent het verrichten van de handeling, moet toezicht worden gehouden op het verrichten van de handeling en moet de mogelijkheid tot tussenkomst van de opdrachtgever voldoende zijn verzekerd.* Deze voorwaarde creëert een mate van onzekerheid. Wanneer is er sprake van een situatie waarin bijvoorbeeld het geven van aanwijzingen ‘redelijkerwijs’ nodig is? Toch lijkt dit probleem in de tandheelkundige praktijk beperkt. Een lokaal-anestheticum wordt immers toegediend in samenhang met een bepaalde tandheelkundige verrichting die doorgaans door een tandarts wordt verricht. Dit betekent dat de tandarts veelal aanwezig is als er anesthesie gegeven wordt door een assistent.
- *De opdrachtgever moet redelijkerwijs kunnen aannemen dat degene aan wie de opdracht wordt gegeven voldoende bekwaam is voor het verrichten van de handeling.* Deze voorwaarde kan een struikelblok zijn bij het geven van lokale anesthesie door een tandartsassistent. Wanneer is een assistent bekwaam om anesthesie te geven? Is hij bekwaam wanneer hij een bepaalde injectietechniek beheerst of moet hij ook in staat zijn de gevolgen van anesthesie in te schatten? In het laatste geval moet de assistent niet alleen een medische anamnese kunnen beoordelen, maar ook adequaat kunnen optreden bij complicaties. Uiteraard kan men hier tegenin brengen dat de tandarts toch in de buurt is. Indien het beoordelen van de medische anamnese door de tandarts moet plaatsvinden, kan men zich afvragen wat de tijdswinst is van het toedienen van anesthesie door een assistent. Echte tijdswinst bereikt men immers alleen wanneer de tandarts de patiënt pas ziet wanneer deze al verdoofd is. In dat geval dient de assistent te beschikken over een uitgebreide kennis van de indicaties en contra-indicaties van lokale anesthesie.

Het is maar de vraag of een assistent zich deze kennis en vaardigheden in een ‘bliksemcursus’ van een halve dag eigen kan maken. Een tandarts die voor een rechter moet aantonen dat zijn assistent bekwaam was tot het geven van lokale anesthesie, kan waarschijnlijk niet volstaan met een diploma van een halfdaagse cursus (Voet, 2004). Indien een tandarts kan aantonen dat zijn assistent een gecertificeerde cursus heeft gevolgd, is zijn positie aanzienlijk gunstiger.

Omdat er aanzienlijke (gevangenis)straffen staan op het onjuist delegeren van voorbehouden handelingen moeten tandartsen bijzonder terughoudend zijn bij het delegeren van lokale anesthesie aan de assistent (Wet BIG, art. 96 e.v.).

12.2.3 Lokale anesthesie door de mondhygiënist

Mondhygiënist nemen, wat betreft bevoegdheid tot het toedienen van een lokaal-anestheticum, een positie in tussen de tandarts en tandarts-assistent. De mondhygiënist behoort niet tot de groepen die bevoegd zijn voorbehouden handelingen uit te voeren. Aangezien toediening van

anesthesie een voorbehouden handeling is, zou de mondhygiënist alleen onder dezelfde voorwaarden als de tandartsassistent lokale anesthesie mogen geven. De wetgever heeft aan de mondhygiënist echter een zogenaamde ‘functionele zelfstandigheid’ toegekend voor het toedienen van lokale anesthesie. Deze bevoegdheid kan verleend worden op grond van artikel 39 Wet BIG en houdt in dat de betrokkene de bevoegdheid toegekend wordt om zonder toezicht en zonder tussenkomst van de opdrachtgever, maar wel in diens opdracht, een voorbehouden handeling te verrichten (Sindram, 1994). Voor de mondhygiënist betekent dit dat hij zonder toezicht of tussenkomst lokale anesthesie mag toedienen, maar alleen in opdracht van een tandarts.

12.3 Aansprakelijkheid aan de hand van enkele casussen

Er zijn slechts weinig gevallen bekend waarin toediening van een lokaal-anestheticum heeft geleid tot een klacht of een claim. Het is echter onduidelijk of er inderdaad weinig claims over het geven van anesthesie worden ingediend. Dit hangt samen met het publicatiebeleid van rechterlijke instanties.

Door het onderzoek van Christiaans en medewerkers (2002) is er veel bekend over tuchtrechtelijke uitspraken over tandartsen. Daarnaast streeft het Centrale College voor de Gezondheidszorg ernaar uitspraken via internet te publiceren. Ook de beoordelingsraden van de NMT en de Klachtencommissie van de ANT publiceren uitspraken. Uitspraken van de civiele rechter worden echter slechts zelden gepubliceerd. Dat is jammer, omdat deze rechter vaak door patiënten wordt ingeschakeld wanneer relatief veel schade is geleden.

Dat er weinig casussen over het geven van anesthesie in de tandheelkundige praktijk zijn gepubliceerd kan dus twee oorzaken hebben:

- Er gaat niet zoveel mis bij de toediening van lokale anesthesie.
- Wanneer er iets misgaat, zijn de gevolgen van dien aard dat de patiënt niet voor de lichtere procedure bij een tuchtrechter kiest, maar voor de zwaardere procedure bij de civiele rechter.

Gelet op de complicaties die beschreven zijn, bijvoorbeeld een permanente sensibiliteitsstoornis of algemeen medische complicaties na lokale anesthesie bij medisch gecompromitteerde patiënten, ligt het voor de hand te veronderstellen dat patiënten bij problemen met anesthesie relatief snel de civiele rechter zullen inschakelen. De kans dat de betreffende casus vervolgens gepubliceerd wordt is – zoals eerder opgemerkt – klein.

In het volgende gedeelte komen verschillende situaties aan de orde, waarin toediening van een van lokaal-anestheticum heeft geleid tot een procedure.

12.3.1 Een beschadigde zenuw na toediening anesthesie**Casus 1 (Regionale Beoordelingsraad Utrecht, 24 september 2003)**

Een patiënt behield na een mandibulaire anesthesie een gedeeltelijk verdoofde tong. De tandarts verklaarde desgevraagd dat bij het geven van de anesthesie de zenuw was geraakt, maar dat de klachten naar alle waarschijnlijkheid weer zouden verdwijnen. De klachten verdwenen echter niet en de patiënt klaagde, op aanraden van zijn huisarts, de tandarts aan bij het interne tuchtrecht van de NMT. De patiënt baseerde zijn klacht op grond van het feit dat de tandarts hem voorafgaande aan de behandeling onvoldoende informatie had gegeven over de mogelijke risico's. De patiënt verklaarde dat de gevoelloosheid van de tong hem danig belemmerde bij het eten en in het sociale verkeer. Bovendien had hij last van slapeloosheid en hoofdpijn. De Regionale Beoordelingsraad (RBR) oordeelde dat de tandarts niet verweten kon worden dat hij de nervus lingualis aangeprikt had, en dat binnen de beroepsgroep consensus bestaat dat patiënten niet geïnformeerd hoeven te worden over zeer zelden voorkomende complicaties. De klacht werd dan ook afgewezen.

In een commentaar bij deze casus wijst Plasschaert (2004) terecht op het vereiste van informed consent. In casu oordeelde de RBR dat er consensus binnen de beroepsgroep bestaat dat zelden voorkomende complicaties niet aan de patiënt meegedeeld hoefden te worden.

Dit oordeel verdient enige toelichting en nuancering. De informatieplicht is iets ingewikkelder dan uit deze uitspraak afgeleid kan worden. Het gaat er bij de informatieplicht niet om dat de patiënt behoed moet worden voor bepaalde complicaties. Het doel van de informatieplicht is dat de patiënt weloverwogen toestemming voor een handeling moet kunnen geven. Daarbij is het de vraag of een redelijk denkende patiënt, indien hij op duidelijke wijze ingelicht was over de risico's, zijn toestemming zou hebben gegeven (Brands 2004b). Bij de beantwoording van deze vraag zijn in ieder geval de volgende factoren van belang:

- Hoe groot was het risico van de inmiddels opgetreden complicatie?
- Hoe zou de situatie zich ontwikkeld hebben wanneer van de behandeling was afgezien?
- Hadden andere, minder risicovolle, behandelmethoden kunnen worden toegepast? Zo ja, wat was de kans op succes bij een dergelijke behandel-methode? (Uitspraak van de Hoge Raad, 23 november 2001.)

Als vierde criterium zou toegevoegd kunnen worden:

- Wat is de ernst van de complicatie?

Als men deze criteria toepast op de hiervoor beschreven casus ziet men dat de vraag of de tandarts informatie moet geven over de risico's die samenhangen met anesthesie niet eenvoudig is te beantwoorden.

De eisen die de Hoge Raad stelt aan de informatieplicht hangen met elkaar samen. Een weldenkende patiënt zal voor een levensreddende operatie een relatief groot risico willen nemen. Daar staat tegenover dat een patiënt bij louter cosmetische ingrepen nauwelijks enig risico zal accepteren. Als we deze principes toepassen op de vraag of een patiënt ingelicht moet worden over bepaalde risico's van anesthesie, dan krijgen we de volgende overwegingen.

Een beschadiging van een zenuw is weliswaar nauwelijks invaliderend of levensbedreigend, maar wel bijzonder onaangenaam. Het risico op beschadiging van een zenuw door toediening van lokale anesthesie is echter zo klein dat een weldenkende patiënt bij een noodzakelijke tandheelkundige behandeling al snel toestemming zal geven voor verdoving. Dit wordt anders wanneer de gezondheid van de patiënt geen enkele schade oploopt als de behandeling achterwege blijft, bijvoorbeeld als de behandeling gebeurt op louter cosmetische gronden. Stel dat de betreffende tandarts lokale anesthesie had toegepast om een amalgaamvulling op cosmetische gronden te vervangen door een composietvulling. In dat geval is het de vraag of een redelijk denkende patiënt een klein risico aanvaardbaar vindt. Tot slot zou een redelijk denkende patiënt helemaal geen risico's geaccepteerd hebben, wanneer er minder schadelijke alternatieven voorhanden waren. Dat over dit laatste punt in de eerste casus enige discussie mogelijk is, kan toegelicht worden met behulp van een tweede casus.

Casus 2 (Christiaans e.a., p. 397)

Na het verwijderen van een ondermolaar bleef de tong van een patiënt verdoofd aanvoelen. De patiënt klaagde de behandelend kaakchirurg aan bij het interne tuchtrecht van de NMT. De Specialisten Beoordelingsraad meende dat het niet duidelijk was of de nervus beschadigd was door het geven van anesthesie of door de behandeling zelf. Verder meende de raad dat in casu het letsel niet te voorzien was en de kans dat het zou optreden dermate klein was, dat de kaakchirurg niet vooraf op de mogelijkheid van een permanent verdoofde tong had hoeven te wijzen.

In deze tweede casus ging het om het verwijderen van een derde molaar, waarbij de operateur vrijwel gedwongen wordt om mandibulaire anesthesie toe te passen. In de eerste casus ging het om een tandvleesbehandeling. In dat geval rijst de vraag waarom de tandarts van de eerste patiënt niet overwogen heeft bijvoorbeeld intraligamentaire anesthesie toe te passen in plaats van mandibulaire geleidingsanesthesie (Loomer en Perry, 2004). Indien een anesthesietechniek voorhanden is die de kans op een nervusbeschadiging verkleint, heeft de tandarts iets uit te leggen wanneer hij toch voor de meer riskante injectietechniek kiest en de patiënt daardoor een nervusbeschadiging oploopt.

12.3.2 Anesthesie werkte niet of onvoldoende**Casus 3 (Centraal Tuchtcollege voor de Gezondheidszorg, 12 oktober 2000)**

Bij een patiënte zouden enkele implantaten worden geplaatst. De verdoving werkte ongeveer veertig minuten. Toen de verdoving was uitgewerkt, was de ingreep nog niet geheel afgerond. De patiënte klaagde de tandarts vervolgens aan omdat hij zich onvoldoende op de hoogte had gesteld van haar anamnese en hij onzorgvuldig had gehandeld, gezien een opgetreden neusbloeding na de te pijnlijke behandeling.

Het tuchtcollege oordeelde dat de klacht ten aanzien van de anamnese en de neusbloeding onterecht was. Over de verdoving oordeelde het college dat het zeer wel mogelijk was geweest om opnieuw te verdoven en dat de tandarts dit ten onrechte niet had gedaan. Samen met het feit dat het tuchtcollege twijfelde aan de indicatie van de implantaten kwam dit verwijt de tandarts op een waarschuwing te staan.

In deze casus was bijverdoving mogelijk. Aangezien de tandarts niet kon uitleggen waarom hij niet opnieuw had verdoofd leverde dit hem een waarschuwing op.

Er zijn ook gevallen waarin lokale anesthesie niet voldoende kan werken. In dergelijke gevallen is voorlichting bijzonder belangrijk. Als er een gereede kans bestaat dat de behandeling niet is te verdoven, is het denkbaar dat de patiënt toestemming voor de behandeling weigert. Kan een tandarts de patiënt er niet van overtuigen dat de behandeling toch uitgevoerd moet worden, dan zal deze uitgesteld moeten worden. Ook kunnen zich gevallen voordoen waarin de patiënt tijdens een behandeling meent iets te voelen. In dat geval zal de tandarts moeten proberen bij te verdoven. Lukt dit niet, dan zal de tandarts zich moeten afvragen of de behandeling afgebroken kan worden of dat er mogelijk een 'point of no return' is overschreden. In het laatste geval zou de tandarts de behandeling kunnen voortzetten tot een moment waarop de situatie weer stabiel is. Mogelijk speelde dit laatste een rol bij de volgende casus, hoewel de lezer zich niet aan de indruk zal kunnen onttrekken dat in deze casus de patiënt via een klacht over een niet-verdoofde extractie aan een goedkope vervolgbehandeling denkt te komen.

Casus 4 (Christiaans e.a., p. 140)

Bij een patiënte moest een losstaande 41 worden geëxtraheerd. De tandarts gaf intraligamentaire anesthesie. Over de gevoeligheid van de tand na toediening van deze anesthesie lopen de meningen uiteen. Vaststaat dat de patiënte een pijnreactie gaf toen de tandarts het element aanraakte. De

tandarts verklaarde echter dat patiënte desgevraagd vertelde dat de pijn wel meeviel. De extractie was binnen enkele seconden voltooid. Tijdens een volgend consult gaf patiënte echter aan de extractie als bijzonder pijnlijk te hebben ervaren. Zij stelde voor ter compensatie van de pijn de aan te brengen spalkvoorziening voor rekening van de tandarts te laten komen. De tandarts ging hier niet op in en de patiënte klaagde hem aan bij het wettelijk tuchtcollege. Het tuchtcollege achtte, gelet op het feit dat de tand loszat, intraligamentaire verdoving geïndiceerd en achtte het juist dat de tandarts niet was ingegaan op het verzoek om de spalk gratis aan te brengen.

12.3.3 (Vrees voor) een allergische reactie

Casus 5 (Centraal College voor de Gezondheidszorg, 10 mei 2001)

Bij een patiënt werd onder lokale anesthesie een vulling aangebracht. Later bleek een pulpitis te zijn ontstaan en werd de pulpakamer onder lokale anesthesie geopend. De patiënt kwam daarna nog eens, maar tot een behandeling kwam het niet meer. Volgens de patiënt omdat de tandarts niets voor hem kon doen, volgens de tandarts omdat de patiënt fysieke klachten had en eerst getest moest worden op een mogelijke allergie voor tandheelkundige materialen. Op de patiëntenkaart stond de opmerking: 'allergie-voeding, geen tandh. restrict. Snel benauwd'.

De tandarts werd uiteindelijk aangeklaagd wegens het feit dat hij twee keer anesthesie had toegediend zonder vast te stellen of de patiënt hiervoor allergisch was. Klager, vader van de patiënt, suggereerde dat de tandarts als anestheticum articaïne had gebruikt. Klager leidde dit af uit het feit dat patiënt bij de aangeklaagde tandarts tijdens de behandeling niets had gevoeld, en tijdens een behandeling door een andere tandarts met prilocaïne in combinatie met laser-acupunctuur nog wel pijn had ervaren. De aangeklaagde tandarts stelde dat hij prilocaïne had gebruikt en het tuchtcollege had geen reden hieraan te twifelen. Het tuchtcollege overwoog verder dat het allerminst waarschijnlijk was dat er een allergische reactie op het anestheticum was opgetreden die tot een pulpitis had geleid en wees de klacht dan ook af.

In deze casus lijken nogal wat misverstanden te bestaan tussen tandarts en patiënt. Men is het niet eens over wat zich tijdens het tweede bezoek aan de tandarts heeft afgespeeld en men verschilt ook van mening over de aard van het gebruikte anestheticum. Het tuchtcollege neemt zonder meer van de tandarts aan dat hij prilocaïne heeft gebruikt en niet articaïne. Op dit punt wordt de tandarts zeer coulant behandeld. Het verdient aanbeveling in het dossier altijd te vermelden welke soort anestheticum bij patiënten is

toegepast en, als men afwijkt van de gebruikelijke verdoving, de reden waarom men vermoedt dat een patiënt niet goed reageert op de standaardverdoving.

12.3.4 Toediening van anesthesie en systemische complicaties

Lokale anesthesie wordt meestal via een injectie toegediend. De tandarts moet rekening houden met het feit dat een injectie voor veel mensen een beladen handeling is. Dit kan tot gevolg hebben dat sommige patiënten onbegrepen, onverwachte of onverklaarbare gebeurtenissen aan het lokaal-anestheticum zullen toeschrijven. Twee casussen laten dit zien.

Casus 6 (Regionale Beoordelingsraad Breda, 16 januari 2004)

Een tandarts plaatste onder lokale anesthesie een kroon op de 16. Nadien klaagde de patiënte over pijn, die zijzelf herleidde tot een foutief toegediende plaatselijke verdoving. Uiteindelijk kwam de patiënte onder behandeling van een pijnpoli wegens een atypische vorm van aangezichtspijn. Naar de mening van de Beoordelingsraad was de anesthesie dermate plaatselijk bij de 16 gegeven dat het onwaarschijnlijk was dat de later ontstane pijnklachten daardoor werden veroorzaakt. Waardoor de pijn dan wel werd veroorzaakt kon de Beoordelingsraad niet verklaren. Aangezien de tandarts niets viel te verwijten werd de klacht ongegrond verklaard.

Casus 7 (Regionale Beoordelingsraad Amsterdam, 16 december 1998, niet gepubliceerd)

Bij het eerste bezoek van klager verrichtte de aangeklaagde tandarts een mondonderzoek en nam een anamnese af. Aangezien de 37 niet behouden kon worden werd deze tijdens een volgende behandelsessie geëxtraheerd. Hiervoor werd zowel mandibulair, als buccaal anesthesie toegediend. Toen deze anesthesie onvoldoende bleek te werken werd bijverdoofd.

Na een gecompliceerde extractie werd de extractiewond met een hechting gesloten. Op dat moment werd de patiënt onwel. Hij was klam, zweterig en niet meer aanspreekbaar. Omdat oprissen niet hielp, liet de tandarts de patiënt per ambulance naar het ziekenhuis vervoeren waar de diagnose vasovagale collaps werd gesteld.

De patiënt klaagde de tandarts aan bij de Regionale Beoordelingsraad van de NMT. Als grond voor zijn klacht voerde hij aan dat bij de tweede verdoving een middel was gebruikt dat bovengenoemde gevolgen heeft gehad. Klager suggereerde dat de aangeklaagde tandarts hem met insuline had ingespoten. De tandarts stelde dat hij geen insuline, maar twee carpules lidocaïne en twee carpules prilocaïne had gebruikt. De Regionale Beoordelingsraad achtte dit aannemelijk en meende dat de symptomen ver-

klaarbaar waren vanuit het feit dat een gecompliceerde extractie nogal eens als bijzonder spanningsvol ervaren wordt. De klacht werd ongegrond geacht.

In casus 6 schrijft klaagster, waarschijnlijk ten onrechte, haar onbegrepen maar zeer ingrijpende medische klachten toe aan de anesthesie. In casus 7 maakten partijen kennis met een relatief onschuldig gevolg van een gecompliceerde extractie. Er zijn ook minder onschuldige medische klachten bekend waarbij een relatie met een anestheticum kan worden gelegd. Ook kunnen complicaties het gevolg zijn van de gebruikte vasoconstrictor (zie hoofdstuk 10). Een tandarts dient zich bij de keuze van lokaal-anestheticum en vasoconstrictor dan ook altijd bewust te zijn welke consequenties deze keuze voor de betreffende patiënt kan hebben. Helaas is de wetenschappelijke literatuur op dit punt niet altijd eenduidig.

Intermezzo 12.1

Tandartsen kunnen door enkele voorzorgsmaatregelen veel juridische problemen voorkomen.

Anesthesie door de tandarts:

- De tandarts moet op de hoogte zijn van zijn plichten, in het bijzonder de informatieplicht.
- Zonder adequate anamnese zal elk verweer falen.
- Indien er twijfel bestaat over de vraag of een behandeling mogelijk is en zo ja, onder welke voorwaarden die kan plaatsvinden is het verstandig de huisarts van de patiënt te raadplegen of een kaakchirurg.
- Wanneer de tandarts collega's raadpleegt of bijzondere voorzorgsmaatregelen neemt is het verstandig dit in het dossier te noteren.
- De ingreep moet zo min mogelijk belastend zijn, vooral voor medisch gecompromitteerde patiënten. Dit kan betekenen dat een behandeling in meer dan één behandelsessie wordt verricht, maar ook dat een behandeling wordt uitgesteld.
- Wanneer de tandarts het nodig vindt een ander dan het gebruikelijke verdovingsmiddel te gebruiken dan doet hij er goed aan dit in het dossier te vermelden.

Delegatie van het geven van anesthesie:

- De tandarts dient zich ervan te overtuigen dat degene aan wie hij delegeert bekwaam is.
- Er moeten duidelijke afspraken bestaan over toedienen van anesthesie bij risicopatiënten en de handelwijze bij complicaties.
- Het verdient aanbeveling om het toedienen van anesthesie alleen te delegeren wanneer de tandarts bij complicaties zéér snel ter plekke kan zijn.

Literatuur

- Associatie Nederlandse tandartsen. Reglement Klachtencommissie tandheelkunde. Heemstede: Associatie Nederlandse Tandartsen, 1995.
- Brands WG. Ontwikkelingen in het klacht- en tuchtrecht. NTvT 2004;111:232-8.
- Brands WG. Information about risks, to tell or not to tell, that's the question. Bulletin of the International Dental Ethics and Law Society 2004b;4(2):3-8.
- Centraal Tuchtcollege voor de Gezondheidszorg, 12 oktober 2000, gepubliceerd op <http://www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/>.
- Centraal College voor de Gezondheidszorg, 10 mei 2001, gepubliceerd op <http://www.tuchtcollege-gezondheidszorg.nl/>.
- Christiaans-Dingelhoff I, Brands WG, Eijkman MAJ, Hubben JH. De tandarts in de tuchtrechtspraak. Lelystad: Koninklijke Vermande, 2002.
- Doorakkers P. Een standaard voor cursussen is een voordeel. NT 2004;9(14 mei):10-13.
- Hoge Raad, 23 november 2001, Nederlandse Jurisprudentie 2002, nr. 387.
- Loomer PM, Perry DA. Computer-controlled delivery versus syringe delivery of local anesthetic injections for therapeutic scaling and rootplaning. JADA 2004;135:358-65.
- Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde. Concept analytisch verslag van de 183e Algemene vergadering gehouden op 12 december 2003 in Maastricht. Nieuwegein: Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde, 2004.
- Plasschaert AJM. Noot bij Uitspraak RBR Utrecht 24 september 2003. NT 2004;1(16 januari):33-4.
- RBR Breda, 16 januari 2004. NT 2004;1(11 juni):37.
- RBR Utrecht, 24 september 2003. NT 2004;1(16 januari):33.
- Sindram IPC. Voorbehouden handelingen. In J. Legemaate (red). Regelgeving beroepsuitoefening. Losbladige uitgave, Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 1994: A4300.1-15.
- Voet DM. Zelfstandige (be)handelingen voor de tandartsassistent, deel 1. Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 2004.

Register

aansprakelijkheid	155
actiepotentiaal	10
adaptatie	1
ademhalingsfrequentie	132
adrenaline, <i>zie</i> epinefrine	
algemene richtlijnen	44
allergische reacties	134, 159
→, behandeling	136
→, verwijzing allergische patiënt	137
amide-anesthetica	31
anafylactische shock	135
→, behandeling	136
analgetisch effect	33, 38
anatomie van de n. trigeminus	15 e.v.
anesthesiecarpule, <i>zie</i> carpules	
anesthesiegel	42
anesthesiespray	42, 52
anesthesiezalf	42
angina pectoris	144
angstbeleving kinderen	98
anorexia nervosa	148
antibioticaprofylaxe	145
antidepressiva	150
anti-oxidantium	41
antistollingsniveau	147
anti-thrombotica	146
arteria maxillaris	28
aspireren	50, 51
axon	4
bètablokkers	149
bevel	121
bevoegdheid	
→, mondhygiënist	154
→, tandarts	153

–, tandartsassistent	151
BIG-wet	153 e.v.
bisulfiet	41, 134
‘bijspuiten’, nadelen	84
bijtverwonding	116
blanching	64, 124
bloeddrukveranderingen	132, 134, 145
bloed-hersenbarrière	132
bloedingsneiging	146
bovenkaak, verdoving	57 e.v.
cardiovasculaire effecten	132
carpules	45 e.v.
carpulespuit	50
celmembraan	4
centraal zenuwstelsel, effecten op	132
cerebrovasculair accident	146
chorda tympani	24, 29
C _m	33
complicaties	
–, bij kinderen	116
–, frequentie	129
–, lokale	119
–, systemische	129
conserveermiddelen	41
contact-eczeem	135
contra-indicaties	44, 139
controleren werkzaamheid	55
corticosteroiden	150
crista zygomaticoalveolaris	65, 68
cuspidaat	
–, bovenkaak	58 e.v.
–, onderkaak	73 e.v.
cytochroom P ₄₅₀ -systeem	40
delegatie toediening anesthesie	153, 161
depolarisatie	7, 14
derde molaar	
–, bovenkaak, geïmpacteerde	69 e.v.
–, onderkaak, geïmpacteerde	85 e.v.
diabetes mellitus	147
drempelwaarde, pijn	1
effectiviteit	32
eiwitbinding	37, 38
eliminatie	39 e.v.
epinefrine	41
–, systemische effecten	134

ester-anesthetica	31, 32, 134
evenwichtsconstante	34
facialisparalyse	84, 121
farmacodynamiek	33
farmacokinetiek	32, 34
felypressine	41, 148
–, systemische effecten	133
fenothiazinen	150
flegmoneuze ontsteking	71
foramen palatinum majus	88, 89
fosfatidyl-L-serine	37
fossa infratemporalis	24, 27, 28
fossa pterygopalatina	19, 21, 24, 25, 26, 87
frequentie complicaties	129
functionele zelfstandigheid	155
ganglion trigeminale	16, 17
gauge-getal	47
geïmpacteerd derde molaar	
–, bovenkaak	68 e.v.
–, onderkaak	85 e.v.
gel, zie anesthesiegel	
geleidingsanesthesie	
–, Gow-Gates-methode	94
–, kinderen	111 e.v.
–, n. buccalis	82
–, n. infraorbitalis	90 e.v.
–, n. mandibularis	75 e.v., 94
–, n. maxillaris	87 e.v.
–, n. mentalis	92
–, n. nasopalatinus	92, 110 e.v.
–, n. palatinus major	67
geneesmiddelengebruik	149
glottisoedeem	136
glutamaat	14
Gow-Gates-methode	94
groepsindeling anesthetica	31
halfwaardetijden	39
hartfrequentie	132, 133
hartinfarct	144
hartziekten	144
hematoom	71, 121, 125, 146
hemofilie	147
histamine	135
hoeveelheden	
–, bij kinderen	115

–, bij volwassenen	131
hoge tuberaanesthesie	87
Horner, syndroom van	122
hypertensie	145
hyperthyreoïdie	148
hyperventilatie	130
hypesthesie	123
hypoproteïnemie	148
iatrogene schade	122 e.v.
IgE-antilichamen	135
incisieven	
–, bovenkaak	58 e.v.
–, onderkaak	73 e.v.
infectie	126
infectieuze endocarditis	145
infiltratieanesthesie	
–, bovenkaak	57, 60, 68
–, kinderen	109
–, onderkaak	73
informed consent	45
injectienaalden	47 e.v.
instrumentarium	45 e.v.
insufficiënte anesthesie	120, 158
insuline	147
intragamenteaire anesthesie	51
–, kinderen	113
intravasculair injecteren	51, 121, 132
intreetijd	32, 38
intrinsieke activiteit	33
ionenkanalen	5, 7, 9, 12, 14
ionisatieconstante	35 e.v.
juridische aspecten	151
K_a , zie evenwichtsconstante	
kaliumkanalen	5, 8, 10, 11
kinderen,	
–, complicaties	116
–, infiltratieanesthesie	109
–, intraligamenteaire anesthesie	113
–, lokale anesthesie	97
–, microprocessor gestuurde anesthesie	114
–, oppervlakteanesthesie	107
–, voorbereiding	102
–, voorlichting	102, 104
kinetiek	34
klachtencommissie	152

lever	40
leverfunctiestoornissen	130, 145
'ligand-gated' ionenkanalen	6, 7
mandibulair blok	75, 77
MAO-remmers	150
maximale dosering	
→, bij kinderen	115
→, bij risicopatiënten	139 e.v.
→, bij volwassenen	131
medische anamnese	45
→, kinderen	102
→, risicopatiënten	139
membraanexpansie	37
mestcellen	135
methemoglobinemie	149
methylparabeen	41
microprocessor gestuurde anesthesie	52, 114
molaren	
→, bovenkaak	66 e.v.
→, onderkaak	85
molecuulstructuur	31 e.v.
mondhygiënist	154
naaldbreuk	119
naalddiameter	47
natriumkanalen	6 e.v., 37
necrose	124
nervus	
→, alveolaris	21, 22, 26, 29, 62, 72, 73, 85
→, auriculotemporalis	21, 22, 29
→, buccalis	21, 22, 71, 82
→, facialis	16
→, glossopharyngeus	16
→, hypoglossus	16
→, incisivus	22, 73
→, infraorbitalis	19, 21, 26, 57, 58, 90 e.v.
→, lingualis	21 e.v., 29, 71, 72, 85
→, mandibularis	16, 17, 21, 29, 72, 76 e.v., 85, 94
→, massetericus	22
→, maxillaris	16, 17, 19, 57, 87 e.v.
→, mentalis	71, 73, 92
→, mylohyoideus	22
→, nasalis	19
→, nasopalatinus	19, 26, 58, 60, 61, 62, 92
→, ophthalmicus	16, 17, 19
→, palatinus	20, 26, 62
→, trigeminus	15 e.v.

–, vagus	16
–, zygomaticus	21
neurotransmitter	10, 14
neusdruppels	150
nociceptoren	1, 3
nucleus	
–, mesencephalicus	17
–, proprius	18
–, tractus spinalis	18
octapressine, <i>zie</i> felypressine	
onderkaak, verdoving	71 e.v.
ongewenste reacties	54, 55, 121 e.v.
ontstoken weefsel	34 e.v., 120
onvoldoende verdoving	120, 158
oppervlakteanesthetica	42, 52
–, bij kinderen	107
–, toevoegingen	42, 108
orthotoluidine	149
oxytocine	148
ouders	101
overdosering	130
overgevoeligheidsreactie	
–, behandeling	136
–, onmiddellijker	135
–, vertraagde	135
PABA, <i>zie</i> para-amino-benzoëzuur	
palatinale infiltratieanesthesie	61, 68
para-amino-benzoëzuur	32, 40, 134
paralyse,	
–, facialis	84, 121
–, hersenzenuwen	122
paresthesie	123
perceptie van pijn	13
perifere zenuw, opbouw	3
periost, aanprikken	120
pijn	1 e.v.
–, bij kinderen	98
–, bij toediening	120
pijnbeleving	13
pijnperceptie	12
pijnreceptoren	1
piperidinerig	33
pK _a , <i>zie</i> ionisatieconstante	
plexus dentalis	22
positie patiënt	53
premolaren	

–, bovenkaak	62 e.v.
–, onderkaak	74 e.v.
preventie van bijwerkingen	138
prikhematoom, <i>zie</i> hematoom	
prikkelgeleiding	10, 12
prikkelvorming	4
proprioceptoren	17
prostaglandine E ₂	11
pseudocholine-esterase	40
psychogene reacties	129
pterygomandibulaire loge	27, 28, 78
Ranvier, knopen van	10
‘rebound’ effect	41
rechters	153
receptoren	17
redistributiefase	39
repolarisatie	8, 9
risicopatiënten	139
rustpotentiaal	5
saltatoire geleiding	10
schade, iatrogeen	122
schildklierhormoon	148
Schwann, schede van	3
second messenger	11
sedativa	149
sensibiliteitsstoornissen	123
sensitisatie	1
somatotopie	17
spray, <i>zie</i> anesthesiespray	
‘stress-protocol’	150
substance-P	13
sulfonamiden	149
syndroom van Horner	122
systemische complicaties	129, 160
tandartsassistent	153
technieken, aanvullende	87
thermoreceptoren	17
‘thin wall needles’	48
thiofenen	33
toestemming patiënt	45
toluïdinen	33
toxiciteit	130 e.v.
–, behandeling	133
transductie	1, 12
transmissie zenuwprikkel	3

tricyclische antidepressiva	150
trigeminuskernen	17
trismus	125, 127
tuberaanesthesie, <i>zie</i> hoge tuberaanesthesie	
tuchtcollege	151
uitbreiding anesthesie, ongewenste	121
vasoconstrictie	34, 38, 40
vasoconstrictoren	40
–, nadelige effecten	41, 133
vasodilatatie	34
vasopressine	41
vasovagale collaps	129
verdoving, controleren	55
vertraagde detoxificatie	130
verwijzing allergische patiënt	137
visusstoornissen	122
‘voltage-gated’ ionenkanalen	6, 7, 9, 10, 14
voorbehouden handeling	153
wateroplosbaarheid	34
weefselnecrose, <i>zie</i> necrose	
werkingsduur	32, 38
werkingsmechanisme	37
xylidinen	32
zalf, <i>zie</i> anesthesiezalf	
zelfverwonding	122
zwangerschap	34, 148