

POST ACADEMIAM

OPTREDEN VAN EXTERNE WORTELRESORPTIE BIJ
ENDODONTISCH BEHANDELDE ELEMENTEN

EEN VRAGENLIJST

P. R. MEZGER
G. M. CAPELLO
S. ESCHEN
A. F. KÄYSER

Uit het Instituut voor Occlusie-Opbouw van de
Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: Dr. A. F. Käyser.

Trefwoorden: Externe wortelresorptie – Endodontie

Inleiding

Na endodontische behandeling van een element is doorgaans mechanische bescherming in de vorm van een stiftopbouw en een gegoten restauratie vereist. Dit zijn arbeidsintensieve en dus kostbare handelingen. De clinicus is mede daarom geïnteresseerd in de prognose en in het elimineren van alle factoren die tot mislukking kunnen leiden. Externe wortelresorptie is één van de factoren die het resultaat van de behandeling negatief kunnen beïnvloeden, omdat bij voortschrijden hiervan het element verloren gaat.

Externe wortelresorptie*) wordt voorlopig gedefinieerd als een radiolucantie op de röntgenfoto op het door bot omgeven uitwendig worteloppervlak. Cervicale externe wortelresorptie waarbij primair parodontologische factoren een rol lijken te spelen (Makkes, 1977) wordt hiermee uitgesloten. Een andere definitie is: een intermitterend afbraakproces ten gevolge van een verstoring van het biologisch evenwicht in de lokale weefsels. Een nadeel van deze wijze van definiëren is echter, dat het verschijnsel zo niet direct waarneembaar is.

In de literatuur wordt een aantal omstandigheden genoemd, waarbij externe wortelresorptie kan, maar niet moet, optreden. Er worden vele – niet bewezen – oorzaken vermeld.

*) Externe wortelresorptie van melkelementen ten gevolge van de doorbraak van blijvende elementen valt buiten het kader van dit artikel, daar het als fysiologisch wordt beschouwd.

Het volgen van het resorptieproces met behulp van röntgenfoto's is niet eenvoudig. Zichtbaarheid op de foto duidt er namelijk op dat het proces reeds gevorderd is, zeker wanneer het buccaal en linguaal optreedt. Röntgenologische gegevens zijn moeilijk te interpreteren (Duinkerke, 1976) en het tweedimensionele karakter van deze afbeeldingen verhindert vaak een vroegtijdig onderkennen van het proces. Derhalve zijn begin, duur en snelheid van het voortschrijden nauwelijks te achterhalen.

Om meer gegevens over externe wortelresorptie bij endodontisch behandelde elementen te verkrijgen, is de inbreng van de algemeen-practicus ontbeerlijk. Op deze groep is derhalve de hierbij afgedrukte en tevens los bijgevoegde vragenlijst gericht. Een overzicht van de gegevens, die in de literatuur genoemd worden en een casuïstische mededeling dienen ter verduidelijking van deze vragen.

Relatie van oorzaak en gevolg

Uit de literatuurstudie blijkt, dat weinig bekend is over de oorzaken van externe wortelresorptie. Vast staat dat er verscheidene aanleidingen voor het optreden van de externe wortelresorptie zijn. Eveneens staat echter vast, dat geen van deze aanleidingen noodzakelijk leidt tot het optreden van dit proces. Op het moment dat het verschijnsel wordt geconstateerd, kan niet worden bepaald op welk tijdstip het is ontstaan, omdat ook over het verloop van het proces niet voldoende bekend is.

Samenvatting:

Externe wortelresorptie bij endodontisch behandelde elementen is het onderwerp van een literatuurstudie. Het blijkt, dat er weinig bekend is over de oorzaken van optreden. Onzekerheid over de frequentie van voorkomen en de klinische relevantie van dit proces geven aanleiding tot het opsporen van nadere informatie bij tandartsen door middel van een vragenlijst.

Geconfronteerd met een concreet geval van externe wortelresorptie zal men tandheelkundige (onder tandheelkundige oorzaken worden die factoren verstaan, die in verband gebracht kunnen worden met tandheelkundig handelen) en andere oorzaken nader moeten bekijken. De factoren mogen niet los van elkaar gezien worden, omdat wederzijdse beïnvloeding mogelijk is.

Voor de endodontische behandeling geldt eveneens dat deze slechts een van de mogelijke oorzaken voor het ontstaan van externe wortelresorptie is en zij ook in combinatie met andere factoren werkzaam kan zijn.

*Overzicht van literatuurgegevens**A. Acuu trauma*

Acuu trauma als oorzaak van externe wortelresorptie is hier onderverdeeld in:

- I. Perforatie.
- II. Wortelfractuur.
- III. Andere vormen.

Ad I. Perforatie.

Perforatie van de wortel kan plaatsvinden ten gevolge van tandheelkundig handelen. Moeilijkheden bij het lokaliseren van kanaalingangen kunnen leiden tot pulpakamer(bodem)perforaties.

Het niet juist taxeren van de soms grillige anatomie van de wortel (Pineda e.a., 1972) bij de endodontische behandeling en te grove mechanische voorbereiding van het endodontisch behandelde element voor een opbouw, kunnen leiden tot een 'fausse

route'. Belangrijk voor de behandeling van zo'n mechanische perforatie en de prognose van het betrokken element zijn:

- a. lokalistatie van het defect (Sinaï, 1977);
- b. mogelijkheid van contaminatie met de mondflora ter plaatse van het defect (Seltzer e.a., 1970);
- c. de tijd, die verstrijkt tussen ontstaan en behandeling van het defect (Lantz e.a., 1965; Seltzer, 1970);
- d. de mogelijkheid van sluiten van het defect (Sinaï, 1977).

a. Sinaï (1977) stelt, dat perforatie van de wortel aanleiding geeft tot een ontsteking en daaropvolgend een afbraak van het lokale parodontium. Dit afbraakproces kan zich uitbreiden tot de sulcus gingivalis en zo leiden tot een diep, niet te behandelen, defect.

b. Seltzer e.a. (1970) deden proeven met rhesusapen, waarbij een perforatie van de pulpakamerbodem van elementen wordt aangebracht, die nadien volgens een wisselend tijdschema afgesloten wordt. Zij concluderen dat contaminatie van de wond door contact met de mondflora resulteert in een proliferatie van epitheel in apicale richting en bijkomende botafbraak.

c. Lantz e.a. (1965) benadrukken met bovengenoemde auteurs bij perforaties op korte afstand van de kam van het alveolaire bot en de sulcus gingivalis (waar contact met de mondflora een rol kan gaan spelen) het belang van snel afsluiten van de perforatie.

Minder haast heeft Sinaï (1977) met perforaties in het apicale gedeelte van de wortel. Belangrijker acht hij hier het aseptisch werken in het wortelkanaal.

d. De bereikbaarheid en uitgebreidheid bepalen de mogelijkheden tot afsluiten van een perforatie.

Ad II. Wortelfractuur.

Wortelfractuur wordt in relatie tot externe wortelresorptie genoemd (Pindborg, 1970). Plant e.a. (1974) wijzen op mogelijke verzwakking van elementen bij endodontisch openen. Ook (te) wijd ruimen als voorbereiding op het vervaardigen van een stiftopbouw, maakt een element kwetsbaarder voor fractuur (Plant e.a., 1974).

Bijlage

VRAGENLIJST BIJ EXTERNE WORTELRESORPTIE

1. Heeft u het verschijnsel externe wortelresorptie na een endodontische behandeling bij een element met een stiftopbouw wel eens waargenomen? *)		
ja (zie vraag 2)	<input type="checkbox"/>	0 10
neen (zie 4)	<input type="checkbox"/>	1 9
2. Is er een waarschijnlijke oorzaak voor de door u waargenomen externe wortelresorptie?		
ja (zie vraag 3)	<input type="checkbox"/>	0 11
neen (zie 4)	<input type="checkbox"/>	1 8
		8 9
3. Mogelijke oorzaken voor de externe wortelresorptie. (Er kunnen meerdere hokjes worden aangekruist.)		
Mechanische perforatie van de wortel:		
a. tijdens endodontische behandeling	<input type="checkbox"/>	0 12
b. tijdens voorbereiding van het wortelkanaal voor stiftopbouw	<input type="checkbox"/>	1 8
		8 9
Fractuur ten gevolge van:		
a. mechanische preparatie van het wortelkanaal voor stiftopbouw	<input type="checkbox"/>	0 13
b. acuut trauma	<input type="checkbox"/>	1 8
		8 9
Andere vormen van acuut trauma:		
a. contusie	<input type="checkbox"/>	0 14
b. luxatie	<input type="checkbox"/>	1 8
c. replantatie	<input type="checkbox"/>	2 8
d. transplantatie	<input type="checkbox"/>	3 8
		8 9
Druk:		
a. orthodontische behandeling	<input type="checkbox"/>	0 15
b. occlusaal trauma	<input type="checkbox"/>	1 8
c. abnormaal liggend element	<input type="checkbox"/>	2 8
d. tumor	<input type="checkbox"/>	3 8
e. cyste	<input type="checkbox"/>	4 8
		8 9
Wortelkanaalvulmaterialen en medicamenten:	<input type="checkbox"/>	0 16
.....		9
Chronische ontsteking:	<input type="checkbox"/>	0 17
4. Opmerkingen:		0 18
		9

*) Wilt u het betreffende hokje aankruisen.

Ad III. Andere vormen.

Andere vormen van acuut trauma, relevant voor externe wortelresorptie, zijn:

- contusie (Pindborg, 1970);
- luxatie (Visser, 1974; Thoma, 1970);
- replantatie (na avulsie) (Thoma, 1970);
- transplantatie (Pindborg, 1970).

Andreasen e.a. (1966) vonden in hun onderzoek met betrekking tot replantatie dat zeer spoedig replanteren (liefst binnen 30 minuten) van belang is voor het beperken (of voorkomen) van wortelresorptie.

Chubin e.a. (1977) stellen: Men moet voorzichtig zijn met de prognose van elementen (bij replantatie) na volledige avulsie. Enige externe resorptie treedt altijd op!

B. Druk

Druk op elementen kan aanleiding geven tot externe wortelresorptie.

Genoemd worden:

- I. Orthodontische behandeling (Ketcham, 1929; Massler, 1954; Phillips, 1955).
- II. Occlusaal trauma (Bhaskar, 1955; Dargent, 1977).
- III. Abnormaal liggende elementen.
- IV. Tumoren (Pindborg, 1970; Thoma, 1970; Schafer e.a., 1974).
- V. Cyste (Pindborg, 1970; Thoma, 1970; Schafer e.a., 1974).

Ad I. Ketcham maakt in 1929 uitgebreid melding van externe wortelresorptie ten gevolge van orthodontische behandeling.

Massler e.a. (1954) benadrukken niet zozeer het percentagegewijs meer voorkomen van externe wortelresorptie na orthodontische behandeling, maar vooral de ernst van het proces. Zij houden rekening met een zekere individuele aanleg voor dit verschijnsel.

Phillips (1955) ontkent het optreden van externe wortelresorptie ten gevolge van orthodontische behandeling niet, maar ziet het niet als klinisch relevant voor de prognose van het betrokken element.

Ad. II. Bhaskar e.a. (1955) consta-

teerden bij rhesusapen externe wortelresorptie aan de drukzijde van de wortels van elementen, waarbij restauraties vervaardigd waren die in occlusie en articulatie interfereerden.

Ad III. Makkes (1973) beschrijft gevallen van wortelresorptie aan tweede molaren onder invloed van opdringende derde molaren.

C. Wortelkanaalvulmaterialen en medicamenten

Voorstelbaar is, dat doorpersen van potentieel irriterende middelen door de apex leidt tot ontsteking. Dit proces hoeft zich niet te beperken tot het periradiculaire gebied, maar kan ook voor het worteloppervlak gevolgen hebben. Erausquin e.a. (1970) maken melding van ankylosis na gebruik van formaldehyde bevattend wortelkanaalcement en afhankelijk van de concentratie van formaldehyde ook van externe wortelresorptie.

Bij gebruik van nu obsoleete arseenhoudende preparaten is externe resorptie geconstateerd (Lange, 1961).

D. Chronische ontsteking (Thoma, 1970; Dargent, 1977; Visser, 1974)

Bekend is hierbij vooral de periapicaal optredende resorptie, maar het lijkt aannemelijk dat dit verschijnsel ook rond de accessorische kanalen optreedt (Langeland, 1967).

E. Restgroep

Hiertoe behoren systeemziekten, waarbij resorptie niet los te koppelen is van een veel algemener ziektebeeld. Recent is oxalose genoemd (Bunte e.a., 1977) een stofwisselingsziekte, die gepaard gaat met uitgebreide destructie van het tandkaakstelsel.

Wanneer géén bepaalde oorzaak is aan te wijzen voor externe wortelresorptie wordt het idiopatisch genoemd, een regelmatig terugkerende term in studieboeken (Visser, 1974; Pindborg, 1970) en casuïstische mededelingen (Yule, 1972; Soni, 1970).

In de discussie rond het karakter van externe wortelresorptie kan men,

naast fysiologisch/pathologisch, ook spreken van normaal/abnormaal, gerelateerd aan de frequentie van voorkomen van het verschijnsel. Henry e.a. (1951) en Massler e.a. (1954) vinden het normaal als aan een element een lichte vorm van resorptie optreedt.

Ter illustratie van de frequentie van voorkomen van idiopatische externe wortelresorptie, kan cijfermateriaal van Massler e.a. (1954) dienen. Zij vinden in een proefgroep van 708 personen (met een leeftijd variërend van 12-49 jaar) röntgenologisch tekenen van apicale externe wortelresorptie bij iedere proefpersoon en in 86,4% van de aanwezige elementen.

Henry e.a. (1951) nemen waar, dat het aantal resorptieplaatsen per element toeneemt in de richting van de wortelpunt.

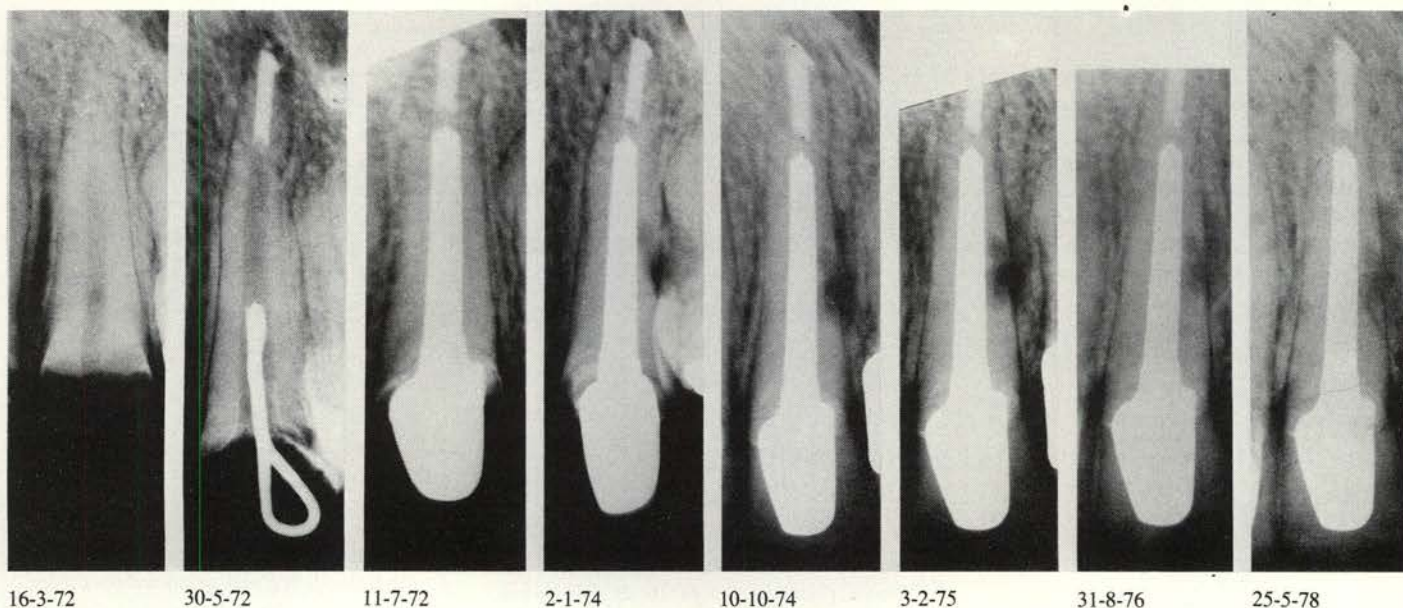
De frequentie van voorkomen van externe wortelresorptie naar plaats in de kaak, is niet eenduidig vastgesteld. Hotz (1967) vindt in tegenstelling tot Massler (1954) een verschil in optreden, namelijk in de bovenkaak meer resorpties dan in de onderkaak. Ingle (1976) vermeldt een predilectie voor de laterale bovenincisief en ondermolaren. Het verband van leeftijd en externe wortelresorptie is onduidelijk, getuige de verwijzingen in Thoma (1970).

Tenslotte moeten nog een aantal relaties vermeld worden die in het kader van externe wortelresorptie gelegd worden:

1. De rol van osteoclasten als mogelijk agens in externe wortelresorptie (Visser, 1974).
2. Externe wortelresorptie na vitaliteitsverlies van wortelcement (door trauma b.v.) en de beschermende rol van gezond parodontium ten opzichte van wortelcement (Thoma, 1970).

Casuïstische mededeling

Een patiënte, 26 jaar oud, met een algemene anamnese zonder bijzonderheden. Er is geen trauma bekend aan de gebitselementen. Van het element 23, dat door middel van röntgenfoto's in



Afb. 1. Ontstaan en ontwikkeling van externe wortelresorptie (distaal aan element 23) waarvan de oorzaak onbekend is.

de tijd gevolgd is, zijn de volgende bijzonderheden te melden (afb. 1):

In mei 1972 werd in twee zittingen een endodontische behandeling uitgevoerd. Er werd geen desinfectans gebruikt. De apicale afsluiting bestond uit een guttapercha stiftsectie en Grossman-cement.

In juli 1972 werd een gegoten stiftopbouw geplaatst met zinkfosfaatcement. Het element werd voor langere tijd voorzien van een noodkroon.

In 1973 werd door middel van een plaat met een labiale boog een geringe frontcorrectie gerealiseerd.

In mei 1974 werd een definitieve porseleinen jacketkroon geplaatst met zinkfosfaat cement.

Conclusie

Naar externe wortelresorptie zelf wordt vrijwel geen onderzoek gedaan. Wel wordt het verschijnsel in een breder verband vermeld. Spectaculaire omstandigheden als perforatie of replantatie richten de aandacht op de hierbij betrokken elementen. Daar wordt dan ook het resorptieproces opgemerkt. Omdat het niet mogelijk is klinische waarnemingen te verrichten en men afhankelijk is van röntgenfoto's, is de kans op ontdekking van externe wortelresorptie klein. De informatie over de frequentie van voorkomen van externe wortelresorptie moet

voorzichtig geïnterpreteerd worden. Een uitspraak over de kans op verlies van elementen ten gevolge van externe wortelresorptie is speculatief. Of het verschijnsel in klinisch relevante vorm veelvuldig voorkomt, is een open vraag.

Summary:

Title: External root resorption in endodontically treated teeth. A questionnaire.

External root resorption in endodontically treated teeth is subject for a survey of literature. Causes and mechanisms of external root resorption are not well known. Uncertainty about incidence and clinical relevance of this process was the reason for asking dentists more detailed information about their experience with this phenomenon by means of a questionnaire.

Literatuur:

1. *Andreasen, J. O. e.a.* (1966): Replantation of teeth. I. A radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* 24: 263-284.
2. *Bender, I. B. e.a.* (1963): The relationship of systemic diseases to endodontic failures and treatment procedures. *Oral Surg* 16: 1102-1115.
3. *Bhaskar, S. N. e.a.* (1955): Experimental occlusal trauma. *J Periodontol* 26: 270-284.
4. *Bunte, M. e.a.* (1977): Dentomaxilläre Destruktionen mit oxalose. *Dtsch Zahnärztl Z* 32: 617-620.
5. *Chubin, M. e.a.* (1977): Endodontic considerations in an emergency appointment following injury to the dentition. *Chic Dent Soc* 70, 5: 26-30.
6. *Dargent, P.* (1977): À propos de résorptions dentaires. *Actual Odontostomatol* 117: 47-61.
7. *Duinkerke, A. S. H.* (1976): Interpretation and densitometric quantification of periapical structures in dental radiographs. Acad. proefschrift Nijmegen.
8. *Erausquin, J. e.a.* (1970): Alveolar ankylosis induced by root canal treatment in rat molars. *Oral Surg* 30: 105-115.
9. *Harvey, B. L. C.* (1959): Root surface resorption of periodontically diseased teeth. *Oral Surg* 12: 1439-1443.
10. *Henry, J. L. e.a.* (1951): The pattern of resorption and repair of human cementum. *J Am Dent Assoc* 42: 270-290.
11. *Hotz, R.* (1967): Wurzelresorptionen an bleibenden Zähnen. *Dtsch Zahn Mund Kieferheilkd* 28: 217-224.
12. *Ingle, J. I. e.a.*: *Endodontics*. 2e ed. Lea & Febiger, Philadelphia. P. 49.
13. *Ketcham, A. H.* (1929): A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. *Int J of Orthodont Oral Surg*. 15: 310 e.v.
14. *Lange, G.* (1961): Über die Resorption der Hartschubstanzen bleibender Zähne. *Z W R* 62: 756 (excerpt *Ned Tijdschr Tandheelkd* 669, 1962).
15. *Lantz, B. e.a.* (1965): Experimental root perforation in dogs teeth. *Odontol Revy* 16: 238-249.
16. *Makkes, P. C. e.a.* (1977): Cervicale externe wortelresorptie. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 84: 158-162.
17. *Makkes, P. C.* (1973): Wortelresorpties aan 2e molaren onder invloed van opdringende 3e molaren. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 80: 163-168.
18. *Massler, M. e.a.* (1954): Root resorption in human permanent teeth. *American J Orthod* 40: 619-633.
19. *Phillips, J. R.* (1955): Apical root resorption

- under orthodontic treatment. *Angle Orthod* 25: 1-22.
20. Pindborg, J. J. (1970): Pathology of the dental hard tissues. Munksgaard, Kopenhagen. Pp 326-344.
21. Pineda, F. e.a. (1972): Mesiodistal and buccolingual röntgenographic investigation of 7275 root canals. *Oral Surg* 33: 101-109.
22. Seltzer, S. e.a. (1970): Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 49: 332-339.
23. Sinaï, J. H. (1977): Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 95: 90-95.
24. Soni, N. N. e.a. (1970): Idiopathic root resorption, a report of a case. *Oral Surg* 29: 387-389.
25. Thoma, K. H. (1970): *Oral Pathology*. 6e druk. Mosby. Pp 201-205.
26. Visser, J. B. (1974): *Speciële pathologie van het menselijk gebit*. Stafleu en Tholen, Leiden. Pp 244-253.
27. Yule, A. J. (1972): Idiopathic tooth resorption, a case report. *Aust Dent J* 17: 31-32.

Juli 1979. Philips van Leydenlaan 25, 6500 HB Nijmegen.

HET GEBRUIK VAN HYPERBARE ZUURSTOF BIJ DE BEHANDELING VAN OSTEOMYELITIS VAN DE KAAK

D. J. BAKKER
M. L. M. J. LARIK
W. A. M. VAN DER KWAST
I. VAN DER WAAL

*Uit de Heelkundige Kliniek van het Wilhelmina Gasthuis (Hoofd: Dr. H. Linschoten) van de afd. Heelkunde van het Academisch Ziekenhuis bij de Universiteit van Amsterdam.
Hoofd: Prof. Dr. W. H. Brummelkamp.*

*Uit de afd. Mondziekten en Kaakchirurgie van het Academisch Ziekenhuis der Vrije Universiteit te Amsterdam.
Hoofd: Prof. Dr. W. A. M. van der Kwast.*

*Uit het Pathologisch Instituut van het Academisch Ziekenhuis der Vrije Universiteit te Amsterdam.
Hoofden: Prof. Dr. R. Donner en Prof. Dr. J. Oort.*

Samenvatting:

Een patiënt wordt beschreven bij wie bij de behandeling van osteo-radionecrose van de onderkaak met succes gebruik werd gemaakt van hyperbare zuurstof. Een zestal andere patiënten met osteomyelitis van de kaak werd eveneens met hyperbare zuurstof behandeld. Van hen was de follow-up echter nog te kort om nader in te kunnen gaan op de werkelijke betekenis van hyperbare zuurstof bij de behandeling. Voorafgaand aan de patiëntenbespreking wordt ingegaan op het mogelijke werkingsmechanisme van hyperbare zuurstof en de tot op heden op dit gebied verrichte experimenten.

Trefwoorden: Mondheelkunde – Osteomyelitis – Osteoradionecrose – Hyperbare zuurstof

Inleiding

Toediening van hyperbare zuurstof betekent het laten inademen van zuurstof onder verhoogde druk. Aristoteles (384-322 v. Chr.) was de eerste, die schreef over het inademen van samengeperste lucht. In 1664 maakte Henshaw^{*)} als eerste gewag van de eventuele klinische toepassing van lucht onder verhoogde druk. In 1774 werd door Priestley^{*)} het bestaan van zuurstof onderkend. Hij schreef over zijn ervaring bij het inademen van dit voor hem nieuwe gas: 'The feeling of it in my lungs was not sensibly different from that of common air, but I fancied that my breast felt peculiarly light and easy for some time afterwards'. In 1978 beschreven Lavoisier en Sequin als eer-

sten de toxische reacties, die bij het inademen van zuurstof onder verhoogde druk kunnen optreden (citaat N.C. Meyne, 1970). In 1878 berichtte ook Paul Bert over de mogelijke toxische reacties bij het inademen van zuurstof onder verhoogde druk. In zijn experimenten met leeuweriken zag hij bij het gebruik van 15-20 atmosfeer het optreden van convulsies, welke door de dood werden gevolgd. In 1887 beschreef de Spaanse natuurkundige Valenzuela^{*)} de succesvolle behandeling van pneumonie bij een patiënt, waarbij hij gebruik maakte van zuurstof onder een druk van 2 atmosfeer. In 1899 demonstreerde Lorrain Smith dat dieren, die over een lange periode aan verhoogde zuurstofspanning waren blootgesteld, ernstige longbeschadigingen opliepen. Deze beschadigingen waren van inflammatoire aard. Het waren Bornstein en Stroink (1912) die als eersten zuurstofvergiftiging bij de

mens aantoonde. Zij deden experimenten bij mensen die op een soort home-trainer fietsten. Door de inspanning bleken de toxische effecten sneller op te treden.

Wanneer langer dan 3 uur zuurstof onder een druk van 3 atmosfeer werd ingeademd, traden reacties op zoals misselijkheid en duizeligheid. Deze reacties konden leiden tot een collaps. Zuurstof onder een spanning van 4 atmosfeer veroorzaakte reeds na ongeveer 15 minuten een collaps.

Boerema en Brummelkamp toonden in 1960 het nut aan van het gebruik van hyperbare zuurstof bij de behandeling van gasgangreen, momenteel de belangrijkste indicatie in Nederland (Bakker, 1979; Brummelkamp en Bakker, 1979). Illingworth e.a. (1961) dienden hyperbare zuurstof niet alleen toe bij gasgangreen, doch ook bij tetanus, koolmonoxydevergiftiging en perifere vasculaire afwijkingen. In 1956 is door Boerema gepubliceerd over hartoperaties, welke werden uitgevoerd bij

^{*)} Het betreft een citaat uit de literatuur. Nadere gegevens konden niet worden achterhaald.