

THEMADOCUMENT

Werkwijze ergonomisch gebruik behandelmicroscop in de tandheelkunde



drs. Rolf (R.A.G.) de Ruijter

prof. drs. Oene (O.) Hokwerda

Versienummer	2
Laatste revisiedatum	KEM 71 120518

Voorwoord

Doelstelling van dit themadocument van het Kennisplatform Ergonomie voor Mondzorg is om meer duidelijkheid te verschaffen en te krijgen over het gebruik / de manier van werken met de behandelmicroscop in de tandheelkunde. Hierbij komen de volgende aspecten aan de orde:

- Enkele visuele eigenschappen.
- Ergonomische gebruiksmogelijkheden.
- Een verantwoorde werkwijze.

Het document is bestemd voor

- (Toekomstige) gebruikers van een microscoop.
- Studenten tandheelkunde die een microscoop gaan gebruiken.
- Leveranciers en fabrikanten.

Dit document heeft betrekking op:

Fysieke ergonomie en sociaal-organisatorische ergonomie.

Commentaar op de inhoud of opzet document

Ieder die opmerkingen heeft over inhoud en/of opzet van dit document wordt uitgenodigd dat te laten weten aan de secretaris van het KEM, kemergonomics@outlook.com, die zorg draagt voor toezending aan de auteur en bespreking in het KEM. Vóór revisie van een themadocument vindt overleg plaats over de wijze van verwerking.

Dit themadocument is uitgewerkt onder verantwoordelijkheid van de Stichting KEM door:

drs. Rolf (R.A.G.) de Ruijter

tandarts, tandheelkundig ergonomoom
Centrum voor Tandheelkunde en Mondhygiëne
Universitair Medisch Centrum Groningen

prof. drs. Oene (O.) Hokwerda

tandarts n.p., tandheelkundig ergonomoom
em. prof. Tandheelkundige Ergonomie

Copyright statement

Alle intellectuele (eigendoms)rechten met betrekking tot het in dit document beschrevene en alle informatie die daarmee verband houdt, de wijze van weergave daaronder begrepen, behoren toe aan de auteur(s) en het KEM.

Gebruik van deze informatie is alleen toegestaan in ongewijzigde vorm en met vermelding van bron en versienummer en enkel na schriftelijke toestemming van de auteurs dan wel het KEM.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Beschrijving thema	3
1 Inleiding.....	3
Uitwerking thema	4
2 Visuele aspecten gebruik microscoop	4
2.1 Type lichtbron.....	4
2.2 Te gebruiken lichtniveau	4
2.2.1 Nadere beschouwing relatie werkveldverlichting en behandelmicroscoop.....	8
2.3 Gewenste aanpak voor het verkrijgen van optimaal nut van vergroting	9
2.4 Oog-hand coördinatie.....	9
3 Werkhouding tandarts c.q. behandelaar	11
3.1 Basisuitgangspunten voor de werkhouding	11
3.2 Van de 90°-90°-90° naar de zithoek van 110°	12
3.3 Gebruik van armsteunen	13
3.4 Gebruik 'Circle of influence' principe volgens Carr en Murgel	14
4 Werkhouding assistente.....	14
4.1 Uitgangspunten voor de werkhouding.....	14
4.2 Standpunt Carr en Murgel over lagere uurposities dan 12.00 uur door microscopisten.....	16
4.3 Nadelen van een cart als unit	17
Handleiding	18
5 Hoofdlijnen voor de gewenste ergonomische werkwijze bij het gebruik van een microscoop	18
5.1 Instelling rugleuning patiëntstoel ten behoeve van patiënt, behandelaar én assistente	18
5.2 Werkhouding in relatie met werkstoel en oculair	19
5.3 Opstellen microscoop t.o.v. behandelaar en patiënt	20
5.4 Plaats voor de instrumenten	22
5.5 Hanteren instrumenten.....	23
5.6 Gebruik ruimte rond de hoofdsteun en patiëntstoel /unit	24
6 Slotopmerkingen	25
Literatuur / geraadpleegde bronnen	25

1 Inleiding

Een allesomvattende beschrijving van een ergonomische werkwijze voor het gebruik van een microscoop bij het verlenen van mondzorg ontbreekt tot nu toe. Wel zijn daarvoor allerlei pogingen gedaan, maar deze voldoen niet aan ergonomische criteria. Beschrijvingen hebben bovendien vaak voornamelijk betrekking op het gebruik van de microscoop voor het uitvoeren van klinische behandelingen.

Als voordelen van het gebruik van een microscoop kunnen worden genoemd: accurater bedrijven van diagnostiek, beter waarnemen van details, zuiniger prepareren en meer voorspelbaar werken (European Society of Microscopic Dentistry¹). Vaak zegt men dat een microscoop de behandelaar dwingt tot een ergonomische werkwijze, omdat hij dan gedwongen wordt met bovenlichaam en hoofd rechtop te zitten. Zo kunnen buigingen naar opzij en rotaties van bovenlichaam en hoofd vermeden worden. Hierbij wordt echter over het hoofd gezien dat men dan toch allerlei verkeerde houdingen kan aannemen zoals met het hoofd achterovergebogen, d.w.z. met het hoofd in extensie zitten, hetgeen op vele internetbeelden zichtbaar is. Bovendien bestaat veelvuldig de neiging de microscoop niet vanuit adequaat rechtop zitten naar zich toe te trekken, maar met het bovenlichaam voorwaarts naar het oculair toe te buigen. Dit heeft als gevolg dat men dan voorovergebogen zit, met het hoofd naar voren geplaatst evenals de schouders, wat een duidelijk ongunstige houding is. Tevens verkijkt men zich op het feit dat de microscoop kan leiden tot de neiging te veel in een statische houding te werken. Tenslotte wordt de assistente meestal gedwongen in een verkeerde werkhouding actief te zijn, hoewel men er als werkgever verantwoordelijk voor is dat zij in een gezonde werksituatie haar werkzaamheden kan verrichten.

Endodontologen, maar ook anderen verwijzen dikwijls naar het artikel “The use of the Operating Microscope in Endodontics” van Carr en Murgel². Hierin wordt uitvoerig aandacht besteed aan wat wordt omschreven als ‘een ergonomische werkwijze van een tandarts met een microscoop’. Het betreft echter meer de omschrijving van een individuele werkwijze dan een kritische beschrijving van hoe ergonomische uitgangspunten zo goed mogelijk kunnen worden toegepast. Niettemin leidde het bezoek aan een endodontologiepraktijk, waarin men de werkwijze van Carr en Murgel volgt, tot de opzet van dit document. Oorspronkelijk als een reactie op het artikel van Carr en Murgel, maar later meer als een zelfstandig geheel, waarbij overigens zo nu en dan wel naar het artikel wordt terugverwezen.

De werkwijze voor het verzamelen van gegevens voor een ergonomische werkwijze met een behandelmicroscoop heeft bestaan uit:

- het kennismaken van Microscopic Dentistry. A practical Guide³;
- het hanteren van bestaande documenten betreffende een ergonomische behandelwijze van patiënten;
- het voeren van gesprekken met ervaren microscoopgebruikers en het bekijken van hun werkwijze;
- het laten lezen van concepten van dit document door verschillende microscoopgebruikers.

De desbetreffende collegae* willen we hierbij graag dankzeggen voor hun inzet en kritisch oordeel. Niettemin bestaan er nog de nodige vragen waarop een antwoord gewenst is. Dit document is daarom niet alleen bedoeld als handleiding voor een ergonomische werkwijze bij gebruik van de microscoop voor de mondzorg, maar ook als discussiedocument. Daarvoor zijn, in aparte blokken met een blauwe tekst, vragen vermeld die nog onvoldoende beantwoord zijn, maar van belang zijn voor een goed begrip van de werkwijze. Ieder die kan reageren, wordt uitgenodigd ons van commentaar te voorzien.

* Philippe van Audenhove (ESMD), Joerd van der Meer (UMCG), Eric Meisberger(UMCG), Michael Smulders (CIDE).

Een beschrijving van het functioneren van de microscoop zelf is niet opgenomen. Daarvoor wordt verwezen naar de informatie van producenten van microscopen op hun websites etc. Men dient zich te realiseren dat niet iedere microscoop gelijk is wat betreft afmetingen en verdere lay-out. Gepoogd is dit document wat dat betreft zoveel mogelijk neutraal uit te werken. Wat tot slot nog niet ter beschikking staat, is een overzicht van geschikte afmetingen van microscopen in relatie tot de afmetingen van de behandelaar en patiënt.

Uitwerking thema

2 Visuele aspecten gebruik microscoop

2.1 Type lichtbron

Voor de verlichting van het werkveld in de mond wordt gebruikgemaakt van co-axiaal verlopend licht door de microscoop. Men kan gebruikmaken van halogeen-, xenon- en LED-verlichting. Vergeleken met LED- en xenonverlichting komt halogeenlicht door een lagere kleurtemperatuur wat geelachtig over. Wanneer de intensiteit van het halogeenlicht wordt gereguleerd, verandert de kleurtemperatuur. Bij een heel lage intensiteit wordt de kleur zelfs wat meer roodachtig. Xenonlicht heeft het voordeel dat de kleurtemperatuur gelijk is aan die van daglicht en een goede kleurweergave verzorgt. In de toekomst zal LED-verlichting de voorkeur krijgen in verband met de kosten, de geringere warmteproductie en de levensduur van de lamp, zo valt te verwachten.

2.2 Te gebruiken lichtniveau

Voor een goed zicht is een voldoende lichtniveau nodig, wat mede afhankelijk is van de leeftijd van de gebruiker, ongeacht de soort van de lichtbron. Er is echter geen informatie beschikbaar over wat het optimale lichtniveau is voor het gebruik van een microscoop. Hoewel de stelling juist is dat een hoger lichtniveau een verbetering van het zicht geeft, dient men zich ervan bewust te zijn dat er een optimaal verlichtingsniveau bestaat, dit is bij gemiddeld 1000 candela/m², daarboven neemt de gezichts-scherpte weer, met name doordat de zichtbaarheid van contrasten afneemt. Als de microscopist dus te veel licht vanaf het werkveld in zijn ogen krijgt gereflecteerd - na alle verlies van lichtsterkte onderweg - dan is de waarneming slechter en wordt het effect van de vergroting ingeperkt.

Een te hoog lichtniveau is ook vermoeiend als je van de microscoop wegstapt.

Het blijkt bovendien dat de neiging bestaat om de lichtsterkte te hoog in te stellen en dat een microscopist daarom, tegen de neiging in om een te hoog lichtniveau (maximaal) te gebruiken, bewust moet kijken naar wat een voldoende (optimaal) lichtniveau is.

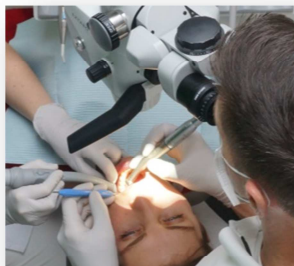


Fig. 1a Het hoge licht niveau van de microscoop zorgt voor een te hoog contrast in het blikveld van de assistente



Fig. 1b Als de behandelaar opkijkt van de microscoop ervaart ook hij het hoge lichtniveau en het storende contrast. In dit geval nog verder versterkt door de donkere

Foto's: KEM, R. Wouters

Het instellen van een adequaat lichtniveau kan het beste gebeuren door het lichtniveau stapsgewijs te verhogen; in plaats van met een hoog lichtniveau te beginnen en vervolgens lagere lichtniveaus in te stellen. Overigens staat het benodigde licht op het werkveld bij een microscoop niet lineair in verhouding tot de capaciteit van de lichtbron, omdat het licht door vele lenzen, spiegels, tussenfilters en aftakkingen (splitters) sterk wordt verzwakt.

Als met een grotere focusafstand wordt gewerkt, moet de lichtsterkte naar verhouding vergroot worden, omdat anders de helderheid van het beeld afneemt.

Het aanpassen van de lichtsterkte is verder van belang bij het werken met een hogere vergroting, bijvoorbeeld in wortelkanalen. De kleuren van het tandbeen van de kanaalwanden zijn vaak donkerder als gevolg van oxidatieproducten, het cariësproces e.d. Om goed in de kanalen te kunnen kijken is een relatief hoog lichtniveau nodig, omdat het aanlichten van de kanaalwanden met strijklucht gebeurt, wat gepaard gaat met een geringere reflectie van het licht, waardoor de gezichtsscherpte afneemt.

Aanpassen van de verlichtingssterkte is tevens van belang voor documentatie met een camera (om met een kortere sluitertijd te kunnen werken en het risico van bewegen van de camera zo veel mogelijk te beperken in verband met de beeldvorming).

Indien een microscoop is uitgerust met de mogelijkheid om foto's te maken of om bijv. een videocamera door de lens te laten meekijken, dan gebeurt dat met behulp van de eerdergenoemde splitter. Het nadeel van het gebruik van splitters is dat er licht door verloren gaat. Om hoeveel licht het gaat is niet duidelijk.

De microscoop biedt tevens de mogelijkheid gebruik te maken van filters voor diverse doelen: een oranje filter bij verwerken van composiet en een groen filter voor het vergroten van het contrast tussen bloedgevuld weefsel en bloedeloos weefsel.

Het gebruik van een oranje filter neemt licht weg, waardoor het waargenomen contrast afneemt. De huidige ontwikkelingen laten zien dat er met licht gewerkt wordt waarin bepaalde frequenties niet voorkomen, met als resultaat dat composiet niet uithardt. Hoe dit uitpakt op de waarneming door het oog/brein is niet bekend. Daarnaast gaat men voor het vergroten van het waarnemingsvermogen steeds verder met het inbouwen van verlichtingsfilters, met name voor het zien van cariës (fluorescentiefilter) en de overgang tussen restauratie en tandmateriaal (no glare filter).



Bron: Zeiss, Freiherr von Stetten

Fig. 2 Verlichting door microscoop voorzien van oranje filter

Men dient er ook zorg voor te dragen dat niet een te groot contrast optreedt in het van het werkveld teruggekaatste licht. Bijvoorbeeld door een juiste kleur te gebruiken voor de rubberdam. Deze bevindt zich namelijk het dichtst bij de lichtbron en kan daardoor te veel licht terugkaatsen. Het gebruik van sterk reflecterende instrumenten heeft als effect dat het licht, nodig om bijv. in een kanaal te kijken, hinderlijk wordt gereflecteerd door zo'n instrument. Dit kan zelfs aanleiding zijn voor pijnlijke momenten voor de ogen van de behandelaar als gevolg van de hoge reflectie in de vorm van schittering en glans. Er worden speciale instrumenten aangeboden voor gebruik bij een microscoop, maar een norm waar deze instrumenten vervolgens aan zouden moeten voldoen bestaat niet. Fabrikanten van instrumenten kiezen nu voor het matteren van het handvatoppervlakte of zelfs het in zwart uitvoeren van handvatten. Dat het gedeelte direct in het blikveld, de tip van het instrument, vaak nog van glanzend metaal is, doet af aan het streven naar lage contrast verhoudingen. Meer onderzoek naar het effect van reflectiewaarden bij gebruik in de tandheelkunde zowel bij microscoopgebruik als er zonder is nodig.

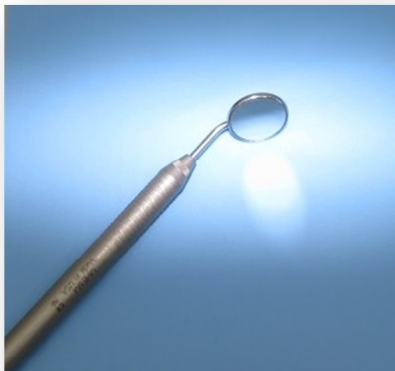
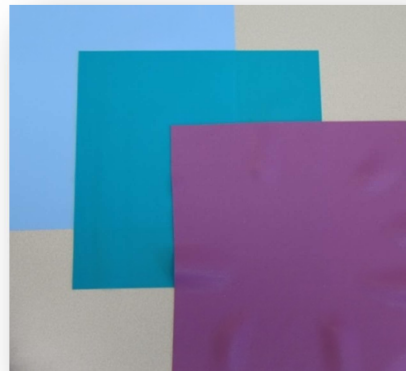


Fig. 3a Contrast bij gebruik rubberdam vereist een juiste keuze uit het beschikbare gamma



Foto's: CTM, UMCG

Fig. 3b Bij een keuze uit de verschillende kleuren moet men tevens rekening houden met de oppervlaktestructuur. Sommige rubberdam heeft een reliëf waardoor hinderlijke schittering kan worden waargenomen

Uitgestraald licht versus gereflecteerd licht (lux versus candela's)

De sterkte van het op het object vallende licht wordt weergegeven in lux. Bij terugkaatsing van het licht wordt een gedeelte geabsorbeerd, zodat slechts een deel van het opvallende licht wordt teruggekaatst. De sterkte van het teruggekaatste licht wordt uitgedrukt in candela's. Omdat het oog optimaal functioneert bij een bepaald aantal candela's en minder functioneert bij onder-, maar ook bij overbelichting, is het goed zich te realiseren dat niet de hoeveelheid lux van de bron primair van belang is, maar wel de hoeveelheid gereflecteerd licht dat het oog bereikt.

Zoals hierboven vermeld, blijken tandartsen de neiging te hebben om een te hoog lichtniveau van de tandartslamp of van de microscoop op het werkveld te gebruiken, met als gevolg dat de gezichtsscherpte ongunstig beïnvloed wordt. Als dan tevens de omgevingsverlichting van de behandelruimte een te laag niveau heeft, ontstaat een ongunstige contrastverhouding in relatie met de verlichting van de tandartslamp c.q. de verlichting vanuit de microscoop. Deze ongunstige verhouding tussen beide lichtniveaus is vermoeiend en kan leiden tot oogvermoeidheid en eventueel hoofdpijn.

Een ander probleem dat kan optreden is het bereik van de omgevingsverlichting rond de mond. Door de positionering van de verlichtingsbronnen in het plafond rondom de behandelinstallatie bereikt het licht hiervan mogelijk onvoldoende het gebied rond het sterk door de microscoop verlichte mondgebied. Dit als gevolg van de ruimte die de microscoop met toebehoren inneemt boven de mond van de patiënt. Met als gevolg dat een groot contrastverschil ontstaat tussen de verlichting vanuit de microscoop op het mondgebied en de verlichting van de directe omgeving hiervan. Met name voor de assistente geldt dit.

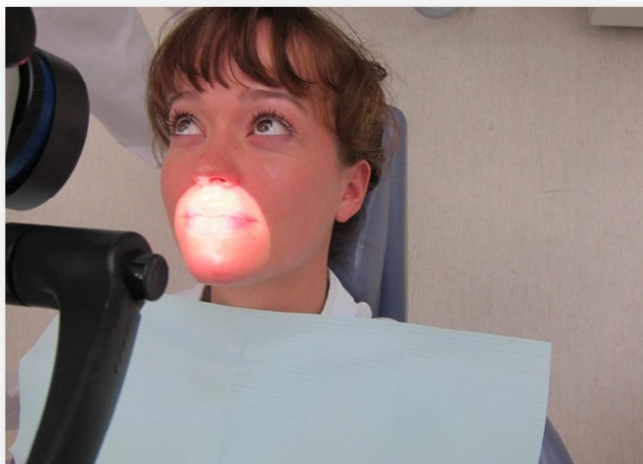


Foto: CTM, UMCG

Fig. 4 Te groot contrast tussen de hoge lichtintensiteit vanuit microscoop t.o.v. de omgevingsverlichting (2.200 lux). De verhouding is meer dan 1:10. In dit geval versterkt door de zwarte accenten van de microscoop zelf

Het is wenselijk aandacht te besteden aan de hoeveelheid candela's van het gereflecteerde licht die de tandartsassistente te 'verwerken' krijgt. Het vochtige buccale oppervlak van bijvoorbeeld de centrale incisieven fungeert bijna als een spiegel.

Uit bovenstaande blijkt dat de verlichtingsomstandigheden voor een microscoopgebruiker in de tandheelkunde twee soorten kenmerken kunnen vertonen.

Kenmerken die voortkomen uit het systeem van de microscoop zelf:

- Het risico bestaat dat de verlichting van de behandelmicroscoop het werkgebied in de mond van de patiënt met een te hoge lichtintensiteit verlicht, waardoor contrastverlies optreedt.
- Als de verhouding tussen het door het oculair aangeboden licht en de algemene verlichting rondom het verlichtingsveld van de microscoop op de mond ongunstig is, dan ontstaat bij opkijken van de microscoop een ongunstige overgang van lichtverhoudingen (over hoe dit precies uitwerkt zijn nog geen gegevens beschikbaar).

Kenmerken die het gevolg zijn van een onjuiste wijze van gebruik:

- De microscoop zelf neemt omgevingslicht weg in het gebied rondom de mond, waardoor de lichtverhoudingen verstoord worden. Dit werkt niet alleen ongunstig uit voor de tandartsassistent, maar ook voor de behandelaar bij het afwisselen tussen met en zonder microscoop werken, omdat de terzijde geschoven microscoop een schaduwbeeld oproept.
- De ogen krijgen, ondanks het verlies van licht door lenzen, splitters en omkeerspiegels etc. een te hoog lichtniveau aangeboden, omdat het verlichtingsniveau niet juist is ingesteld.

2.2.1 Nadere beschouwing relatie werkveldverlichting en behandelmicroscoop

Het contrast tussen de werkveldverlichting vanuit de microscoop in de mond en de omgevingsverlichting vanuit de armaturen boven de behandelinstallatie rond de mond is onvermijdelijk hoog bij werken met de microscoop. Zoals reeds gesteld mede door de schaduw van de microscoop zelf, die het omgevingslicht wegneemt, ook al is de omgevingsverlichting op zichzelf voldoende in relatie met de verlichting door de tandartslamp. Dit is storend bij opkijken door de tandarts en vermoeiend voor de tandartsassistent. Men kan zich afvragen in hoeverre een hoger niveau van de omgevingsverlichting een oplossing kan bieden.

Mogelijke oplossingen voor het probleem zijn de volgende:

- Men zou eraan kunnen denken om de tandartslamp over de mond te plaatsen voor aanvullende verlichting om het contrast te verlagen, maar de vraag is of het verlichtingsvlak van de tandartslamp voldoende is om het schaduwgebied van de microscoop te overlappen. Het gebruik van de tandartslamp vergt extra manipulaties en aandacht van tandarts en/of assistente. Het verstoort ook het spectrum van belichting van het werkveld (indien de tandartslamp een halogeenlamp bevat), verhoogt de belichting van het werkveld extra en kan storende reflectie geven.
- Een extra lichtbron zou beter zijn of een afsplitsing van de lichtbron van de microscoop, zodat rondom het werkveld in de mond additioneel een diffuus verlichte zone ontstaat die instelbaar is (aan/uit, intensiteit die al dan niet automatisch meegaat met de intensiteit van de hoofdverlichting van de microscoop, vaststellen omvang van het verlichte veld, ook asymmetrisch instelbaar of richtbaar om de ogen van de patiënt te ontwijken). Hier ligt een taak voor de microscoopfabrikanten.

Gewenste informatievoorziening ten aanzien van een optimaal verlichtingsniveau voor visuele waarneming.

Het is van belang een beter zicht te verkrijgen op het niveau van verlichting van het werkveld bij gebruik van een microscoop (in lux) en het in samenhang hiermee teruggekaatste licht (in candela's) dat de ogen van de microscopist bereikt, voor het bepalen van een optimaal niveau van visuele waarneming. De kleur van het object, over het algemeen wit (glazuur), en de mate van reflectie spelen een rol ten aanzien van de hoeveelheid licht die noodzakelijk is.

Het gevaar bestaat dat door het overbelichten van het object contrastverlies ontstaat. Onduidelijk is wat het gevolg is voor de waarneming als voor het compenseren van lichtverliezen in de microscoop een vaak te hoge lichtintensiteit van de verlichting op het object nodig is.

Onduidelijk is hoeveel licht verloren gaat bij het toepassen van camerasplitters.

Veel instrumenten geven bij gebruik met een microscoop een hoge reflectie. Onduidelijk is welke instrumenten dan wel materialen dit betreft en in hoeverre er alternatieven beschikbaar zijn in de vorm van gematteerde instrumenten.

2.3 Gewenste aanpak voor het verkrijgen van optimaal nut van vergroting

Carr en Murgel beschrijven dat de vergroting gebruikt bij endodontische behandelingen veelal 10-15 keer is. Soms ook tot 30 keer, maar dan vormen geringe handbewegingen en een fysiologische handtremor een probleem. Daarnaast ook (micro)bewegingen van de patiënt.

Over wat in het algemeen de uitgangspunten zijn voor het kiezen van een bepaalde vergroting in relatie met een tandheelkundige verrichting wordt weinig gerapporteerd.

Voor het verkrijgen van een optimaal nut van een vergroting zijn in elk geval nodig:

- Goed functionerende ogen c.q. een adequate oogcorrectie.
NB Een hoog percentage tandartsen heeft niet een juiste oogcorrectie c.q. ontbeert een noodzakelijk oogcorrectie.
- Een verlichtingsniveau dat zo goed mogelijk aansluit bij een optimale waarneming door de ogen (dit is bij 1000 candela/m²). Zie voor het instellen van de sterkte van het licht dat door het oculair wordt waargenomen paragraaf 2.2, blz. 4.
- Een symmetrische houding rechtop bij een verhoogde zit, met een beenhoek van minimaal 110°, t.b.v. een gunstige houding van de rug voor het bereiken van een zo laag mogelijke houdingsbelasting en een optimaal verloop van fijn-motorische handelingen.
- Het zo veel mogelijk inbouwen van bewegingen in de werkwijze om statische belastingen - die al na 4 sec. beginnen op te treden – zo veel mogelijk tegen te gaan.

2.4 Oog-hand coördinatie

De tandarts werkt op basis van de oog-hand coördinatie die bestaat uit een combinatie van enerzijds visuele waarnemingen van handelingen en anderzijds waarnemingen via mechano-receptoren onder de huid en via de proprioceptie van spieren, gewrichten en kapsels, waardoor bewegingen en krachtsuitoefening worden waargenomen (Hokwerda⁴). Deze waarnemingen worden in samenhang gebracht met het ervaren van evenwicht.



Foto: KEM, R. Wouters

Fig. 5 De microscoop vormt een schakel tussen de oog-hand coördinatie van de behandelaar

De ogen van een getrainde tandarts hebben de functie om het geautomatiseerde verloop van de aangeleerde handelingen te controleren en bij afwijkingen te zorgen dat het handelingsverloop weer in het goede spoor wordt gebracht.

Wat betreft de oog-handcoördinatie zijn de volgende vraagstukken te onderscheiden bij het leren gebruiken van een microscoop.

1. Het coördineren van visuele waarneming en het uitvoeren van gecontroleerde fijn-motorische handelingen bij verschillende niveaus van oog-handcoördinatie, zonder en met verschillende vergrotingen, moet zo veel mogelijk automatische verlopen. Een probleem waar onzerzijds niet voldoende zicht op bestaat, is in hoeverre de tandarts die verschillende niveaus goed naast elkaar kan hanteren voor het uitvoeren van nauwkeurigheid vergende wegende werkzaamheden.

In het artikel van Carr en Murgel staat dat een regelmatig gebruik van de microscoop van het begin tot het eind noodzakelijk is voor de flow van de patiëntbehandeling, een efficiënt gebruik van de microscoop en ook een optimale ontwikkeling van vaardigheden, om zo een maximaal voordeel van het gebruik van een microscoop te verkrijgen.

Carr en Murgel gaan uit van de werksituatie van de endodontoloog. Die is voor een algemeen practicus anders, omdat deze vaak afwisselend werkt met en zonder microscoop. De behandelmicroscoop is een middel, geen doel. Dit betekent dat in de dagelijkse praktijk sommige handelingen duidelijk baat hebben bij een microscopische benadering en andere handelingen niet. Voorbeelden hiervan zijn:

- Cariësdetectie - door transilluminatie, standaard uitgevoerd met de operatielamp en mondspiegel om interdentale cariës te vinden - was met coaxiaal licht van de behandelmicroscoop tot voor kort niet realiseerbaar (inmiddels komen hiervoor wel oplossingen beschikbaar).
- Controle van de occlusie en articulatiebewegingen en -contacten voor ATM diagnostiek of na restauratief werk vereist een groter overzicht dan onder de microscoop haalbaar is.
- Controle van de ontwikkeling van tand-kaakstelsel bij kinderen met het oog op orthodontisch advies. Idem.
- Handelingen waarbij uitgebreid driedimensionaal zicht noodzakelijk is, zoals het afwerken van uitgebreide restauraties, zijn soms nauwkeuriger uitvoerbaar met behulp van een loep dan met een microscoop.

2. De optimale verhouding tussen vergroting en adequate controleerbaarheid van handelingen door met de vingers en de hand bediende instrumenten. Dit mede gezien in samenhang met de grootte en vorm van instrumenten en de benodigde beeldcontext. Informatie hierover ontbreekt vooralsnog.

3. De manier waarop dit allemaal uitwerkt op de leercurve is niet bekend. In het artikel van Carr en Murgel wordt vermeld dat bij een (zeer) grote vergroting:

- het werkveld erg klein is;
- de verlichting onvoldoende is;
- het erg moeilijk is om het werkgebied constant in focus te houden.

Een kleine beweging van de patiënt of soms de ademhaling kan genoeg zijn om uit beeld te geraken. Dit leidt tot de vraag waar de kritische grens ligt, wat waarschijnlijk een ervaringsfeit zal zijn.

De duur van de leercurve wordt veelal op circa 9 maanden geschat, maar hangt af van voorafgaande ervaringen, o.a. het werken met indirect zicht. Het verwerken van oog-hand feedback moet opnieuw aangeleerd worden en het is noodzakelijk tremor en fijne bewegingen onder controle te krijgen.

Gewenst is het verkrijgen van informatie over:

- Het naast elkaar werken met en zonder vergroting.
- Wat een optimale verhouding is tussen vergroting en adequate hanteerbaarheid van instrumenten onder een microscoop.
- Wat algemene uitgangspunten zijn voor het gebruiken van vergrotingen.
- Wat de instelmethode is van een microscoop. Hoe wordt het beste ingesteld: van groot naar minder groot of andersom? Welke factoren spelen hierbij een rol/waar moet rekening mee worden gehouden?
- Is de volgorde voor iedereen gelijk en speelt de leercurve daarbij een rol?

3 Werkhouding tandarts c.q. behandelaar

3.1 Basisuitgangspunten voor de werkhouding

De tandarts moet, omdat hij in een meer statische werkhouding werkt, ervoor zorgen uit te gaan van een werkhouding met een optimale belasting (Hokwerda, de Ruijter^{5, 6}). Hiervoor moet de belasting van de houdingspijlen zo gering mogelijk zijn. Dit vergt symmetrisch rechtop zitten en het plaatsnemen in een verhoogde zit op de werkstoel, met een hoek van 110° of meer tussen onder- en bovenbenen c.q. bovenbenen en bovenlichaam, omdat de wervelkolom dan evenals bij het staan een S-vorm aanneemt. Bij een verhoogde zit ontstaat lumbaal, dus in de onderrug, een min of meer uitgesproken lordose (buiging van de onderrug naar voren), wat ook leidt tot een lordosering van de halswervelkolom. Hierdoor ontstaat dan een S-vorm van de wervelkolom waarbij de belastingverhoudingen in de rug het gunstigst zijn.

De beschreven symmetrische houding rechtop is echter niet alleen van belang voor een zo gering mogelijke houdingsbelasting, maar ook voor het verkrijgen van een optimaal verloop van fijn-motorische verrichtingen, waarvoor de belasting van de houdingspijlen zo gering mogelijk wordt. Het instellen van een microscoop moet daarom nauwkeurig op deze houding worden afgestemd.



Foto: KEM, R. Wouters

Fig. 6 Uitgangshouding ergonomische zitwijze

De microscopist heeft de neiging in een statische werkhouding te werken. Het is van belang te beseffen dat tijdens de werkzaamheden van de tandarts naast een goede werkhouding, voldoende beweging van cruciaal belang is. Dit is met name het geval bij een tandarts-specialist zoals bijv. een endodontoloog. Vooral in verband met de vaak lange behandelingen die dan volledig onder de microscoop plaatsvinden. Het vergt de nodige training om een juiste werkhouding gecombineerd met voldoende beweging te hanteren. Met andere woorden, de werkhouding moet voldoende worden 'gedynamiseerd' (Hokwerda⁷).

3.2 Van de 90°-90°-90° naar de zithoek van 110°

Voor de werkhouding van de tandarts wordt in de Verenigde Staten (VS) (zoals beschreven in het artikel van Carr en Murgel) uitgegaan van de 90°-90°-90° posities voor kniehoek, heuphoek en armhoek. Het zitten met 90° hoeken is echter een oud/achterhaald uitgangspunt dat in de VS nog veel gehanteerd wordt. Probleem van de 90° knie- en heuphoek is dat het bekken dan naar achteren gekanteld staat, waardoor een onvermijdelijke buiging van de rug naar achteren ontstaat, een bolle zgn. C-rug. Bij een kniehoek vanaf 105° kan het bekken voorwaarts kantelen. Voor de zekerheid kan het beste een minimale kniehoek van 110° genomen worden en als traject wordt om een aantal redenen uitgegaan van 110°-125° voor de knie-beenhoek. Zo kan, zoals eerder beschreven, een meer gewenste positie van de onderrug worden verkregen. Zit men in een lagere zit dan 105°, dan is het niet mogelijk een op een natuurlijke lordose (een geringe voorwaartse buiging van de onderrug) gelijkende positionering van de onderrug te verkrijgen.

NB Het is, als men dit wil, wel mogelijk bij een 90° hoek enige tijd rechtop te zitten, maar dat is slechts zeer kort vol te houden, omdat dit een hoge spierspanning van de rugstrekkingen vergt.

Bij het werken *zonder* microscoop is de hoek tussen onderarm en bovenarm 75-80° en dus geen 90°, want dan treedt onherroepelijk een vooroverbuigen van het bovenlichaam op voor het verkrijgen

van de gewenste gezichtsscherpte. Uit educatieve overwegingen spreken wij echter liever van een heffen van de onderarm met een hoek van 10-15°, omdat dit een beter herkenbaar beeld oproept. Bij het werken met de microscoop is de bandbreedte wat groter, maar toch ook beperkt door de ruimte die nodig is tussen enerzijds het objectief, met de instelling hiervan op het beeld van het werkveld en anderzijds het verloop van de bovenbenen; waarboven én de dikte van de rugleuning samen met die van de hoofdsteun én de hoogte van het hoofd en bovenlichaam van de patiënt ruimte moeten vinden. De 'ruimte-enveloppe' van de behandelaar stelt dus beperkingen aan de afmetingen van de microscoop, wat sterker uitwerkt naarmate de behandelaar kleiner is.

Er zijn dus 2 factoren die de ruimte voor het hanteren van een microscoop bepalen:

- een goede stand van de kinematische keten (bestaande uit vingers, hand, onder- en bovenarmen, schouders, nek en hoofd met richting van de ogen) in relatie tot het bovenlichaam;
- de ruimte die, afhankelijk van de lengte van bovenarmen ten opzichte van de lengte van het bovenlichaam, resulteert tussen de min of meer geheven onderarmen en aflopende bovenbenen voor:
 - de dikte van de rugleuning met hoofdsteun;
 - hoogte van de mondpositie.

Het is zaak om bij de keuze van een patiëntstoel goed te letten op de dikte van de rugleuning en de dikte van de hoofdsteun. Een overzicht van de gewenste verhoudingen tussen enerzijds de afmetingen van het lichaam van de behandelaar en anderzijds de gewenste afmetingen van de microscoop is op dit moment nog niet inzichtelijk voor de gebruiker beschikbaar.

Bij het beschouwen van werkwijzen van microscopisten is het opvallend dat - zoals boven reeds vermeld - de assistente heel vaak in een slechte werkhouding zit. De vraag is welk principe de tandarts hanteert ten aanzien van de preventie van houdingsproblemen van assistentes, die indien het een vrouw betreft, hiervoor als gevolg van lichaamsbouw ook meer vatbaar zijn. Daarbij komt de wettelijke eis om voor werknemers een gezonde werksituatie te scheppen. Bij punt 4.1 wordt hier verder op ingegaan.

3.3 Gebruik van armsteunen

Er bestaat onder ergonomen nogal wat twijfel over het nut van het continu afsteunen op armsteunen (bron verslag van het Minisymposium Zitten, van Register ergonomen Nederland op 18 maart 2003). Dit omdat:

- Bij continu afsteunen op de armsteunen origo en insertie van de spieren worden omgedraaid, m.a.w. de elleboog wordt een vast punt en bewegingsveranderingen werken uit in het schoudergewricht en geven daar belasting, waarschijnlijk met een continu repeterende beweging. Afgezien van het bezwaar van repeterende bewegingen op zichzelf, zijn dit bij de tandarts in het algemeen ook geforceerde bewegingen;
- Bij iedere beweging van de armen, zowel naar voren als naar opzij, de ellebogen in een hogere positie komen te staan. Als gevolg daarvan treden 2 effecten op:
 - Bij het handhaven van het rechtop zitten raakt de elleboog van de werkzame arm los van de armsteun;
 - Bij het aanhouden van het contact met de armsteun ontstaat een asymmetrie van de werkhouding, waarbij ook de relatie met het oculair van de microscoop een rol speelt.

Als verdediging is naar voren gekomen dat het comfortabel is om af en toe gebruik te kunnen maken van het afsteunen van de elleboog/ellebogen, maar niet om er constant gebruik van te maken ter vermijding van statische fixatie van de houding.

Het afsteunen op armsteunen kan dus alleen (korte tijd) comfortabel gebeuren bij een juiste zithouding rechtop zonder dat bewegingen van de armen optreden, zoals bij endodontische werkzaamheden voorkomt. Bij verplaatsing van de handen met onderarmen echter, moet men

geforceerd het contact met de armsteunen handhaven, wat dan tevens leidt tot een noodgedwongen volgen = buigen van het bovenlichaam. Het is belangrijk dat armen en schouders ontspannen blijven om via pols en vingers fijn-motorische bewegingen te kunnen uitvoeren. Uit onderzoek naar armsteungebruik onder endodontologen is gebleken dat bij gebruik van een armsteun de niet-neutrale houding van de armen gereduceerd wordt en dat van de nek/schouders de statische en gemiddelde spieractiviteit afneemt. Piekbelasting treedt echter nog steeds op; onduidelijk is nog hoe dit uitwerkt voor de dagelijkse belasting. (Bolderman ⁸)

3.4 Gebruik 'Circle of influence' principe volgens Carr en Murgel

Carr en Murgel stellen dat men moet uitgaan van een ergonomische flow voor een efficiënt gebruik van de microscoop en dit is reden om de organisatie van werkzaamheden rond de patiëntstoel op te zetten vanuit de 'circle of influence'. Volgens het 'circle of influence' design staat de microscoop in het centrum van de werkplek en alle noodzakelijke bewegingen vinden plaats binnen die cirkel. Hierbij moeten instrumenten en apparatuur nodig voor een procedure, binnen het bereik van tandarts en assistente opgesteld worden, waarbij niet meer dan 'Kl IV'-bewegingen hoeven te worden uitgevoerd. Dit zijn bewegingen vanaf de schouder, zonder buigingen en rotaties van het bovenlichaam. Een analyse van de beschreven werkwijze in het artikel van Carr en Murgel leert echter dat het gebruik van de 'circle of influence' nogal wat ergonomische bezwaren oplevert in relatie tot de zitwijze en uitgevoerde bewegingen.

Om te kunnen spreken van een ergonomische werkwijze bij het gebruik van een microscoop moet een aantal zaken anders worden aangepakt.

4 Werkhouding assistente

4.1 Uitgangspunten voor de werkhouding

Hoe de houding van de assistente precies uitpakt is o.a. afhankelijk van het feit of de assistente al of niet met een eigen oculair of beeldscherm kan werken.

Een belangrijk gegeven is echter dat de behandelaar bij gebruik van een microscoop vaak recht achter de patiëntstoel zit, dus in de 12.00 uur zitpositie. De assistente kan dan niet recht tegenover de behandelaar zitten, wat voor haar een voorwaarde is voor het innemen van een gunstige werkhouding.

Het werken van de behandelaar in de 12.00 uur zitpositie leidt tot een ongunstige houding van de assistente, die daarbij de volgende kenmerken vertoont (bij het samenwerken met een rechtshandige behandelaar):

- Het bovenlichaam is samen met het hoofd geroteerd en naar opzij en naar voren gebogen;
- Afhankelijk van het feit of afgesteund wordt op een armsteun (links) is de linkerschouder omhoog geheven door fixatie van de elleboog op de armsteun;
- Bij het hanteren van instrumenten bevinden de handen zich niet symmetrisch voor het bovenlichaam, maar zijn deze asymmetrisch zijwaarts verplaatst;
- Op deze wijze ontstaat een ongunstige asymmetrische houding van bovenlichaam en hoofd van de assistente.
- Vaak zit zij los van de rugleuning bedoeld voor het verlenen van steun tegen de boven-achterzijde van het bekken.

De Nederlandse wetgeving (Arbo-wet), maar ook de Europese wetgeving vereist dat een werkgever zorgdraagt voor gezonde werkomstandigheden van de werknemer. Daaraan wordt met de bovenbeschreven werkwijze niet voldaan.

De oorzaak is de zogenaamde parallelzit van de assistente. Deze ontstaat doordat zij gedwongen wordt met haar bovenbenen parallel geplaatst t.o.v. van de rugleuning te gaan zitten. Dat kan veroorzaakt worden door een hoge zit van de assistente, maar vaak ontstaat deze zitwijze, zoals

boven al vermeld, omdat de tandarts in de 12.00 uur positie zit, recht achter de patiëntstoel, zodat de assistente gedwongen wordt haar benen naast het linker bovenbeen van de behandelaar (maar in tegengestelde richting) te plaatsen.

De parallelzit leidt altijd tot rotaties en zij- en voorwaarts buigen van de assistente van zowel bovenlichaam en hoofd, omdat zij haar handen niet symmetrisch recht voor het bovenlichaam kan gebruiken, maar gedwongen wordt dit zijwaarts daarvan te doen. Althans in de gewone werksituatie, maar deze situatie ontstaat tevens door de positie van het door haar gebruikte oculair van de microscoop.

Het kan ook gebeuren dat de assistente haar benen in een grote spreidstand rond de benen van de behandelaar plaatst, wat eveneens leidt tot een ongunstige, gefixeerde houding.

Als de assistente goed wil zitten, dan moet zij recht tegenover de tandarts plaats kunnen nemen, waarbij de benen van tandarts en assistente in een *abab*-positie worden geplaatst (in de zgn. ritssluitingzit). Op deze wijze kan het werkveld ook symmetrisch voor de assistente geplaatst zijn, een voorwaarde voor symmetrisch rechtop zitten.



Fig. 7a De abab-positie (ritssluitingzit)

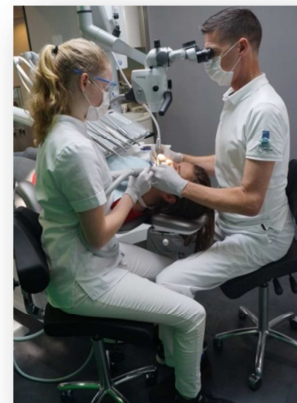


Fig. 7b Toepassing van de ritssluitingzit bij gebruik microscoop zodat voor beide het werkveld zich in hun vlak van symmetrie bevindt

Foto's: KEM, R. Wouters

Dit betekent dat de assistente die samenwerkt met een aan de rechterzijde zittende tandarts (in de 11.00 uur positie) vooral haar linker bovenbeen goed onder de rugleuning moet kunnen plaatsen. Bij het samenwerken met een aan de linkerzijde zittende tandarts heeft dit betrekking op vooral haar rechterbeen. Voorwaarde hiervoor is dat de tandarts de patiënt altijd horizontaal plaatst, zodat ook de rugleuning zo veel mogelijk horizontaal verloopt. Men moet er hierbij op bedacht zijn dat de assistente meestal verder van het hoofdeinde af haar benen onder de rugleuning plaats dan de tandarts. Als de rugleuning van de patiëntstoel niet horizontaal maar in een schuine stand wordt geplaatst, ontstaat voor de assistente een minder gunstige uitgangssituatie voor een goede zithouding.

Om zo veel mogelijk in de 11.00 uur zitpositie te werken moet de behandelaar proberen het hoofd van de patiënt voldoende naar rechts te verplaatsen (een links zittende behandelaar naar links) en het hoofd bij te draaien. Hiervoor is echter een geschikte hoofdsteun benodigd, met eventueel een extra hoofdkussen ter ondersteuning.

Het is voor het werkzaam zijn in een *abab*-positie van de benen van tandarts en assistente gewenst dat tandarts en assistente in lengte niet erg van elkaar verschillen. Vaak moet de assistente wat hoger zitten dan de tandarts, omdat zij wat korter is. Dit vergt een hiervoor bruikbare werkstoel.

NB Voor een uitgebreide beschrijving van de werkwijze van de assistent bij Four-Handed Dentistry wordt verwezen naar punt 4.12 in het Themadocument 'Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling'⁵, met name wat betreft het hanteren van instrumenten en de afzuiger.

4.2 Standpunt Carr en Murgel over lagere uurposities dan 12.00 uur door microscopisten

In het artikel van Carr en Murgel wordt gesteld dat lagere uurposities dan de circa 12.00 uur zitpositie niet wenselijk zijn voor de tandarts. Voor zover wij kunnen nagaan is dit omdat de kruin van de patiënt zich midden voor het bovenlichaam van de tandheekkundig behandelaar moet bevinden (de mid-sagittale vlakken van het hoofd van de patiënt en van het bovenlichaam van de tandheekkundig behandelaar moeten dus in elkaars verlengde liggen). Dit omdat het spiegelbeeld van de werkvelden in de mond dit vereist. Hierdoor zou niet meer variatie in zitwijze van de microscopist mogelijk zijn. Anderen werken ook in andere zitposities, zoals Honegger die op een video in de 9.00 uur zitpositie werkt.



Bron: Honegger <https://www.youtube.com/watch?v=J-aeiktOjyg>

Fig. 8 Werkwijze 9.00 uur positie

Van Audenhove heeft middels een video opgenomen op eigen werkplek op overtuigende manier laten zien dat werken vanaf de 9.00 uur positie met assistente zeer goed mogelijk moet zijn. In hoeverre werken met spiegelbeeld vanuit posities lager dan 12.00 dan wel 11.00 uur een langere leercurve kent, is niet precies duidelijk. Met name Honegger heeft hier tijdens voordrachten aandacht voor gevraagd (o.a. ESMD, Berlijn 2012).

Wij willen de stelling verdedigen dat een zitpositie van 11.00 uur (voor een rechtshandige behandelaar) is te verkiezen boven 12.00 uur. Dit in het kader van de ergonomie voor met name de assistente. Zoals eerder beschreven, moet gepoogd worden het hoofd van de patiënt zijwaarts te

verplaatsen en bij te draaien. Om zo in de 11.00 uur zitpositie de 12.00 uur zitpositie zo goed mogelijk te kunnen imiteren.

NB Wij zouden graag een nadere toelichting verkrijgen over de mogelijkheid van grotere variatie in zitwijze van de tandheeskundig behandelaar om de assistente hierdoor betere zitmogelijkheden te bieden. Mede omdat sommige microscopisten zeggen dat dit kan.

Hoofddraaiingen patiënt

Ter toelichting nog het volgende. De auteurs hebben de indruk dat als gevolg van beperkingen van de apparatuur beperkingen in de zitwijze zijn ingegeven en kregen dit ook bevestigd.

Bij hen bestaat het idee dat meer vrijheid beschikbaar kan komen voor het innemen van andere uur posities, als de mogelijkheid bestaat het hoofd van de patiënt beter draaibaar te maken in de drie draaiingsrichtingen van het hoofd. Dit vergt echter een hoofdsteen waarmee het hoofd van de patiënt, beter dan met bestaande hoofdsteenen, in 3 verschillende richtingen is te draaien. Naar onze mening zijn bij veel hoofdsteenen de mogelijkheden voor draaiing van het hoofd van de patiënt veel te beperkt (vaak door een uitgesproken kuil), met als gevolg dat de tandarts zijn houding en dus zijn werkwijze aanpast aan wat de hardware aan beperkingen biedt (wat een omkering is van een ergonomische benadering).

Als de patiënt (uitgaande van een rechtshandige tandarts) langere tijd met het hoofd in lateroflexie naar rechts kan liggen, dus zijwaarts naar rechts in de richting van de rechterschouder verplaatst, dan ontstaat samenhang met het symmetrievlak van de behandelaar in de 11.00 uur positie.

Uitzonderingen daargelaten (medisch gecompromitteerd) hoeft het voor de patiënt niet bezwaarlijk te zijn om langere tijd met het hoofd naar rechts opzij gedraaid te liggen als de plaatsing van de romp - en zo mogelijk ook van de benen - is aangepast aan de stand van het hoofd. Zodat hij met het lichaam ongeveer in een rechte lijn kan liggen. Bij deze werkwijze ontstaat dan tevens de mogelijkheid voor de assistente om recht tegenover de behandelaar plaats te nemen.

Het is wenselijk bij de fabricage van de patiëntstoel er voor te zorgen dat een dergelijke werkwijze optimaal ondersteund kan worden.

Gewenste informatie ten aanzien van het gebruik van meer uur-posities dan de 12.00 uur zitpositie.

Er bestaat behoefte aan een goede beargumentering van mogelijke en niet mogelijke zitposities van de tandarts voor het gebruik van een microscoop. Dit vanuit het principe dat de assistente ook een gezonde werkhouding moet kunnen innemen.

Bij de beschouwingen moet betrokken worden wat het nut kan zijn van een hoofdsteen met betere mogelijkheden voor draaiing van het hoofd van de patiënt als ondersteuning voor het verkrijgen van adequate mogelijkheden voor een gezonde werkhouding van de assistente.

Ook welke beperkingen van bestaande apparatuur uitgaan.

4.3 Nadelen van een cart als unit

Bij een door de behandelaar gebruikte cart, geplaatst aan de rechterzijde van de patiënt, kan de assistente de dynamische instrumenten (instrumenten met een slang) niet aanreiken, alleen handinstrumenten. Hoe dit laatste uitwerkt, is afhankelijk van de positionering van de tray e.d. Het is belangrijk goed na te gaan op welke wijze Four-Handed Dentistry het beste kan worden uitgevoerd, maar daar zal in dit document niet verder op worden ingegaan. Tegen het gebruik van een cart kunnen verschillende ergonomisch bezwaren worden ingebracht.⁸ De reden om een cartmodel te kiezen kan, zoals bij een endodontoloog, zijn ingegeven door de uitgebreide hoeveelheid benodigde

instrumenten (meerdere endo-handstukken, meelfunctie-sputten, Stropko-irigatoren etc.). Four-Handed Dentistry kan dan niet op maximaal niveau worden uitgevoerd. Mogelijk dat specialistische tandheelkunde een eigen Four-Handed dynamiek kent vergelijkbaar met ortho- of MKA-chirurgie, in relatie met de specifiek benodigde taakuitvoering.

Handleiding

5 Hoofdpijnen voor de gewenste ergonomische werkwijze bij het gebruik van een microscoop

Op grond van ervaringen met het werken met een microscoop zijn hieronder puntsgewijs de uitgangspunten weergegeven voor een gewenste ergonomische werkwijze.

5.1 Instelling rugleuning patiëntstoel ten behoeve van patiënt, behandelaar én assistente

- Om te beginnen moet de patiëntstoel goed zijn ingesteld, met de patiënt in horizontale positie geplaatst. Het achterhoofd moet in principe niet lager liggen dan in het verlengde van het vlak van de rug c.q. het vlak van de voorzijde van de rugleuning. Door de horizontale plaatsing van de patiënt kan het hoofd beter naar achteren worden gedraaid voor een adequate positie van onder- en bovenkaak. Vaak wordt het hoofd van de patiënt door de hoofdsteen in een te hoge positie gebracht in verhouding tot het vlak van de rugleuning. Alleen bij een kyfotische patiënt zal het hoofd min of meer hoger geplaatst moeten worden, wat de instelling van de microscoop bemoeilijkt.

Wanneer de rugleuning in schuine stand staat, ook al is dat in geringe mate, is het minder goed mogelijk onder- en bovenkaak voldoende naar achteren te draaien voor een goede instelling van de mond in relatie met de microscoop. Terwijl de assistente haar linkerbeen niet goed onder de rugleuning kan plaatsen.

- Bij een schuine stand van de rugleuning kunnen behandelaar en assistente bovendien niet vrij met hun bovenbenen onder de rugleuning door bewegen, wat tot een geforceerde werkwijze leidt. Men ziet dan namelijk dat de benen van de behandelaar in een grote, d.w.z. ongunstige spreidstand worden geplaatst. Dit gebeurt ook als de patiëntstoel te laag is ingesteld.

NB Het is om begrijpelijke redenen ongewenst het hoofd van de patiënt in lage stand voor het kruis van de behandelaar te plaatsen.

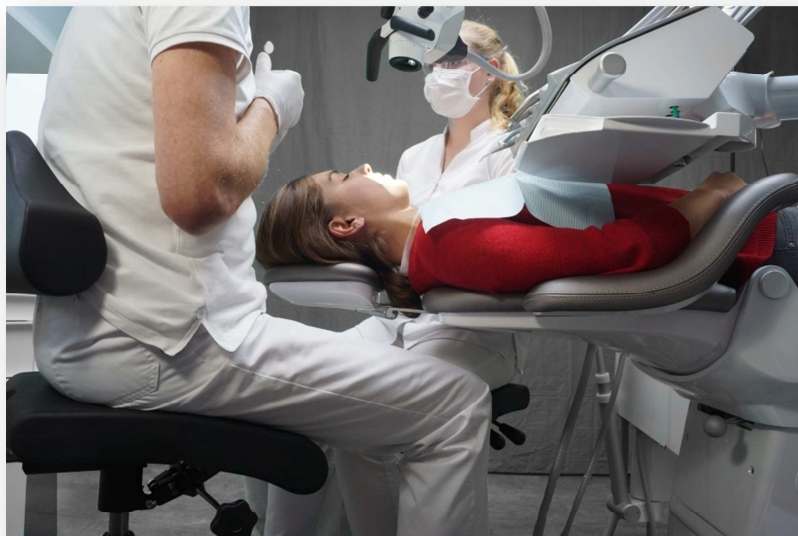


Foto: KEM, R. Wouters

Fig. 9 Horizontale positionering van de patiëntstoel waardoor voldoende ruimte ontstaat voor de bovenbenen van behandelaar en assistente

5.2 Werkhouding in relatie met werkstoel en oculair

- De tandartswerkstoel wordt zodanig ingesteld dat de behandelaar symmetrisch rechtop zit met een hoek van 110° of meer tussen bovenlichaam en bovenbenen (c.q. tussen bovenbenen en onderbenen), zodat evenals bij het staan een holte van de onderrug naar voren ontstaat (en een ongunstige gebogen rug naar achteren wordt vermeden).
De rugleuning c.q. bekkensteun steunt tegen de boven-/achterzijde van het bekken om achteroverkantelen van het bekken tegen te gaan.
De armen zijn steunend tegen het bovenlichaam geplaatst.
- Stabiël rechtop zitten is nodig voor het nauwkeurig manipuleren met instrumenten tijdens het uitvoeren van handelingen in de mond van de patiënt; met steun tegen de boven-/achterzijde van het bekken wanneer zich spiervermoeidheid voordoet en de rug naar achteren wegzakt.
- Bij het kijken in de microscoop kijken de ogen naar oneindig. De natuurlijke houding van de mens bij het kijken naar oneindig is met het hoofd in een neutrale c.q. middenpositie. Dus niet in extensie d.w.z. de stand van het hoofd als dit naar achteren gedraaid is, wat een belastende houding is voor het hoofd. En ook niet naar voren gebogen. In beide situaties wordt de positie van het hoofd, die hoort bij het zien naar het oneindige verlaten.
Dus voor het ontspannen naar oneindig kijken moet het hoofd in de middenpositie gebracht worden. Positief neveneffect is dat de behandelaar z'n hoofd dan in de meest ontspannen neutrale houding heeft staan.
Voor het gebruik van de microscoop wordt het oculair van de microscoop verticaal hierop gericht ingesteld. Daardoor blijft het hoofd ontspannen rechtop en wordt in het centrum van het oculair gekeken. Het oculair kan eventueel enkele graden naar beneden (d.w.z. met de inkijszijde enkele mm naar boven) worden gedraaid, waardoor variatie in zithouding mogelijk wordt. Het zorgen voor beweging is namelijk een belangrijke opgave voor de microscopist.
NB Op internet ziet men vaak dat men zit óf met een ongunstige extensie (achterwaartse draaiing) van het hoofd óf met een ongunstige voorwaartse plaatsing van hoofd en kin, gecombineerd met een propositie (voorwaartse draaiing) van de schouders en een min of meer voorwaarts buigen met het bovenlichaam. Dit laatste gebeurt vaak doordat de microscopist bovenlichaam en hoofd naar de microscoop toe verplaatst bij het naar zich toetrekken van de

microscop, in plaats van deze naar de gewenste zithouding toe te halen. Bij het opstellen van een microscoop en het plaatsen van het oculair voor de ogen treedt vaak een fascinatie op voor het te verkrijgen beeld en een afname van de aandacht voor eigen houding. Dit leidt tot de neiging om met het hoofd naar voren te buigen, naar het oculair toe, wat samengaat met het naar voren en omhoog trekken van de schouders.



Fig. 10a Hoofd veel gebogen met een foutieve lage draaiing van de nek



Fig. 10b Hoofd te veel naar voren naar microscoop toe ('turtle neck')



Fig. 10c Correcte werkhouding van bovenlichaam en hoofd bij microscoop gebruik. Blik richting 5° naar omlaag



Fig. 10d Hoofd teveel achterover



Fig. 10e Hoofd en bovenlichaam te veel achterover

Foto's: KEM, R. Wouters

Als het oculair te kort is, is de tandarts wel gedwongen om naar voren te buigen om het oculair te bereiken. Dat gebeurt dan door de kin of het hele hoofd naar ventraal te bewegen, waardoor een heel ongunstige houding ontstaat ('turtle neck').

- Wat de houding betreft moeten rotaties en zijwaartse buigingen van totale bovenlichaam en hoofd worden vermeden en buigingen naar voren beperkt worden tot 10°.
- Zitten met een spreiding van de benen van niet meer dan 40°, om een versterkte c.q. hyperlordose te voorkomen waardoor de beweging van het bekken wordt belemmerd.

Voor het ontlasten van de spieren is het nodig een ingenomen werkhouding aan te vullen met het maken van zo veel mogelijk bewegingen om het statische karakter van het werken met een microscoop te kunnen tegengaan.⁶ Kleine bewegingen op en neer van de patiëntstoel kunnen bijv. als mogelijkheid gebruikt worden.

Gewenste informatie: het nagaan in hoeverre het Themadocument "Uitvoeren bewegingen bij patiëntbehandeling"⁶ toepasbaar is voor gebruik door een microscopist. Dan wel aanpassingen nodig heeft.

Uitgegaan wordt van de neutrale positie van het hoofd bij het werken met de micro omdat hierbij het kijken naar oneindig plaatsvindt. Toch wordt hiervan in de praktijk vaak afgeweken, door het hoofd te ver naar voren of naar achteren te plaatsen. De vraag is waarom de neutrale positie niet ingenomen wordt.

5.3 Opstellen microscoop t.o.v. behandelaar en patiënt

- De microscoop wordt, evenwijdig met het bovenlichaam van de behandelaar, loodrecht boven de mond van de patiënt geplaatst, zodanig dat het hoofd van de behandelaar rechtop in de

middenpositie kan blijven staan en hij niet naar voren of achteren hoeft te leunen. Anders is ook het kijken in de spiegel in de onderkaak lastig.

Vooraf de instelbaarheid en lengte van de tube met oculair is van belang om:

- de microscoop zo veel mogelijk loodrecht van boven op de mondopening van de patiënt te kunnen richten;
- het oculair loodrecht te richten op de ogen in de middenpositie van het hoofd van de behandelaar;
- de microscoop zodoende op de juiste afstand van de behandelaar te plaatsen, in relatie met het werkveld in de mond.

Dit alles in samenhang met de afmetingen van de behandelaar, zodat een goede en varieerbare werkafstand is te verkrijgen. Daarbij dient ook rekening te worden gehouden met de hoogte instelling van het objectief.

- Om fysiologische redenen moeten de bewegingen met de armen beperkt worden: naar opzij tot 15-20° en naar voren tot 25° om ongewenst heffen van de schouders te voorkomen (ISO Standard 11226⁹). Als de werkafstand niet juist kan worden ingesteld, wat bij microscoopgebruik kan voorkomen, dan gaan de schouders naar voren en naar boven, zodat een ongunstige houding ontstaat. Als men niet rechtop zit met de schouders boven de heupen is het ook niet mogelijk de armen heen en weer te bewegen zonder rotatie van het bovenlichaam.

NB 1 De schouders zijn kwetsbaar als gevolg van herhaalde, geforceerde bewegingen.

Uitvoering en opstelling van apparatuur moeten dus door goede, gecombineerde bewegingen afgestemd zijn op een gewenst gebruik, uitgaande van een horizontaal geplaatste patiënt, om een gezonde werkwijze mogelijk te maken.

NB 2 Gebruik van een zwenkbaar objectief of bijv. Mora interface, waarbij het microscooplichaam naar rechts of links gedraaid kan worden zonder de tube met het oculair te draaien, maakt het mogelijk voor de behandelaar om het bovenlichaam en hoofd rechtop te houden. Het probleem is echter dat als de mond van de patiënt onder een hoek staat, de handen van de behandelaar niet meer recht voor het bovenlichaam, in het symmetrievlak, worden gehanteerd, maar asymmetrisch worden gepositioneerd. Hierdoor ontstaat een asymmetrische houding (zie ook eerdere opmerking over naar boven en voren geplaatste schouders). Overigens hoeft dat niet te gebeuren als men zich bewust is van zijn houding en dus de interface niet gebruikt om er een verkeerde hoofddraaiing van de patiënt mee te corrigeren.

- Om uit te gaan van een correcte zithouding van de assistente moet zij recht tegenover de tandarts kunnen plaatsnemen, zodat zij de noodzakelijke activiteiten met haar handen rond haar symmetrievlak (mid-sagittale vlak) kan uitvoeren. Dit ter vermijding van rotaties en buigingen en op deze wijze van een ongunstige asymmetrische houding. Zodat ook voldaan kan worden aan het wettelijke voorschrift zorg te dragen voor gezonde werkomstandigheden.

NB Een vraagpunt blijft dan nog in hoeverre het mogelijk is het bereik van de zitmogelijkheden van de tandheelkundig behandelaar te vergroten door het design van de apparatuur, zodat ook de assistente hierdoor voldoende mogelijkheden krijgt om een gezonde werkhouding in te nemen (zie ook eerdere opmerkingen hierover). Het is wenselijk dat een designer een functioneel-ergonomisch ontwerp maakt voor de werksituatie van een microscopist en op basis daarvan een ergonomisch verantwoord mens-machine-systeem ontwikkelt, dat model kan staan voor de constructie van geschikte apparatuur ontwikkeling.

- Om de microscoop correct boven de mond van de patiënt in te kunnen stellen moet aan de voorwaarde voldaan zijn dat de arm waaraan de microscoop is bevestigd, voldoende bereik heeft. Aan de plaatsing op statief dan wel de montage aan wand of plafond dienen een aantal eisen gesteld te worden:

- Primaire en secundaire bevestigingsarm moeten tijdens het gebruik nooit geheel gestrekt in elkaars verlengde staan, dit om te voorkomen dat eenvoudige kleine verplaatsingen worden bemoeilijkt.
 - De ruimte die de arm dan wel het statief inneemt mag de beschreven ergonomische werkwijze niet compromitteren. Denk hierbij aan de uitgangspunten voor de werkhouding, looplijnen en omgevingsverlichting.
 - Er moet rekening worden gehouden met het feit dat opstellingen voor zowel rechts- als linkshandigen of volledig spiegelsymmetrisch worden uitgevoerd of zo flexibel zijn dat de ergonomische werkwijze niet beperkt wordt.
 - Afhankelijk van het gebruikte type unit, plaats van tray en afzuiger moet een optimale opstelling verkregen kunnen worden.
- (zie tevens punt 5.6)

5.4 Plaats voor de instrumenten

- Algemeen uitgangspunt voor een ergonomische manier van grijpen en terugplaatsen van instrumenten is dat deze binnen een hoek van 30° rechts en links van het midden van het bovenlichaam en op werkvlakhoogte moeten worden opgesteld. Dit uitgangspunt geldt voor zowel tandarts als assistente (t.b.v. Four-Handed Dentistry). Dit impliceert het gebruik van een unit met zweeparmen boven de patiënt. Deze dient steeds in voldoende samenhang met de microscoop worden opgesteld. Dit komt precies.
- Om te vermijden dat de behandelaar de blik veelvuldig moet afwenden van het oculair om zelf instrumenten e.d. te grijpen is Four-Handed Dentistry belangrijk. Dit ter vermindering van oogspieractiviteiten voor accommodatie en adaptie bij afwenden van de blik en weer terugkeren naar het microscopische beeld. Dat betekent dat de assistente zowel de dynamische instrumenten van de instrumentenconsole als de handinstrumenten overreikt en weer terugneemt. Het overreiken gebeurt zodanig dat de instrumenten worden vastgehouden tot deze onder de microscoop in zicht van de behandelaar zijn gekomen. Het gebruik van een kleine of grote vergroting zal ook bepalend zijn voor de tandarts of hij 'uit het beeld' wil stappen voor het zelf pakken van een instrument.
- Omdat endodontologen minder gebruikmaken van standaard dynamische instrumenten zoals hoekstukken en airrotor, geven zij nogal eens de voorkeur aan een cart ingericht met een groter aantal specifieke endo instrumenten. Bij gebruik van een cart zijn de instrumenten echter meestal te laag geplaatst en moet men voor het grijpen hiervan zijwaarts en naar voren buigen en vindt een ongewenste, sterke exorotatie van hand en arm plaats; en daardoor draaiing in het schoudergewricht (Hokwerda¹⁰), terwijl de ogen 2 keer - bij het toewenden naar de cart en het weer terugkijken in de microscoop - moeten adapteren en accommoderen t.o.v. de veranderde objectafstand en lichthoeveelheid. Doet men dit blindelings, dan bestaat een verhoogd risico op prikaccidenten bij het op de tast grijpen van instrumenten.
- Bij het werken met Four-Handed Dentistry moeten zowel dynamische als handinstrumenten adequaat zijn opgesteld voor het overreiken door de assistente aan de tandarts. Terwijl de instrumentenconsole bovendien na afloop der werkzaamheden naar de assistentezijde weggedraaid moet kunnen worden voor reiniging en weer gereedmaken hiervan ten behoeve van de volgende patiënt. Anders moet de assistente naar het werkterrein van de tandarts gaan om de nodige werkzaamheden te verrichten. In principe is dus opstelling van dynamische instrumenten, dus een unit met zweeparmen, boven de patiënt nodig. Voorwaarde voor gebruik is een goede positionering hiervan in relatie tot de assistente maar ook met de microscoop, maar dat is een kwestie van ervaring van tandarts en assistente.
- Een onafhankelijk van het oculair zwenkbaar objectief, mits goed gebruikt, biedt mogelijkheden om meer flexibel te werken. Bij het gebruik moet ervoor worden gewaakt dat de mogelijkheid van zijdelings draaien ervan niet zo ver gebeurt dat de behandelaar zowel de beide handen als

het bovenlichaam daaraan gaat aanpassen en zodoende niet langer een ergonomische houding aanneemt.

- Een Vario-focus is een goede oplossing, omdat daarmee in relatie met de individuele verhoudingen een aangepaste afstand van de microscoop tot het werkveld optimaal (constant) kan worden ingesteld, en is daarmee een noodzakelijk hulpmiddel.

De analytische vraag die beschouwd moet worden is wat het maximale hoogtebereik van de zweeparm moet zijn en de mogelijkheden van opstelling van de instrumentenconsole om adequaat hanteren ervan in combinatie met de microscoop mogelijk te maken voor algemeen-practici.

Een vraag die daaraan gekoppeld moet worden is in hoeverre vorm en uitvoering van de microscoop, al of niet met een Vario-focus, het samen gebruiken met een zweepunit goed mogelijk maakt dan wel bemoeilijkt. Het lijkt erop dat een microscoop met kleine body en met variabele focusafstand minder snel tot conflicten tussen microscoop en zweeparm leidt.

5.5 Hanteren instrumenten

- Bij het werken met een microscoop verdient het de voorkeur om daar waar mogelijk met aanzetstukken in dynamische instrumenten te werken, o.a. met ultrasoon, omdat de aanzetstukken het voordeel bieden dat er gemakkelijker langs gekeken kan worden dan bij handinstrumenten. Dit geldt zeker voor het gebruik van vingerinstrumenten zoals handvijlen, ruimers etc. omdat deze meestal met de ongunstige 'pinch grip' gehanteerd worden. Men kan dit voorkomen door vingerinstrumenten te hanteren met een naaldvoerder.
- De hals van de instrumenten zal in veel gevallen wel een wijziging kunnen gebruiken om geschikt te worden gemaakt voor gebruik onder coaxiaal licht en de gewijzigde inkijkrichting, om het zicht op het actieve deel niet te belemmeren. Deze wijzigingen kunnen betekenen dat de hals dunner wordt gemaakt en/of langer (bijv. bij diamantboortjes en ronde stalen boortjes), of dat de hals een andere kromming krijgt, dan wel flexibel gemaakt wordt zodat hij aan de omstandigheden kan worden aangepast.
- Het actieve deel van de instrumenten kan in vele gevallen kleiner en fijner worden uitgevoerd voor werken onder vergroting. (Micro-boortjes, dunnere ultrasoon-tips, fijnere sondes en curettes).
- Het gebruik van een kleiner formaat mondspiegels is onder de microscoop in bepaalde gevallen een nuttige optie. Dit maakt het mogelijk op moeilijk toegankelijke plaatsen in de mond een goede zichtbaarheid te verkrijgen en ook ruimte voor instrumenten die nodig zijn voor behandeling. Bij gebruik van een microspiegeltje blijft vaak genoeg ruimte over voor gecontroleerd instrumenteren, terwijl via de operatiemicroscoop met behulp van een microspiegeltje een voldoende groot zicht op het actieve deel van het instrument wordt verkregen. Het gebruik van mondspiegels die verbuigbaar zijn om de juiste kijkhoek in te stellen ten opzichte van het handvat biedt zodoende extra mogelijkheden om tijdens werken met een microscoop lastige plekken in beeld te krijgen. Uiteraard betekent dit een uitbreiding van het instrumentarium met een aantal mondspiegeltjes van verschillende maten en vormen. Maar de winst aan comfort, snelheid en voorspelbaarheid van de behandelingen is groot. Er wordt constant met behulp van een mondspiegel gewerkt, ook in de onderkaak. Dit vergt een mentale training.
- Instrumenten moeten worden vastgehouden met duim, wijsvinger en middelvinger (gemodificeerde pengreep), terwijl afsteunen van handen en armen plaatsvindt met de vierde en vijfde vinger, zo mogelijk met de bal van de hand op jukboog c.q. voorhoofd geplaatst. Het afsteunen met twee vingers, in plaats van met één, is van belang voor de stabiliteit van de

instrumenthantering; zo mogelijk aangevuld met afsteunen op het hoofd. De gewone pengreep moet worden vermeden, omdat de stabiliteit, kracht en bewegingsmogelijkheden met de instrumenten geringer zijn. Juist voor de meer gedoseerde en subtiële wijze van hanteren van instrumenten, in relatie tot vergrotingen bij gebruik van een microscoop, is het gebruik van de gemodificeerde pengreep de aanbevolen wijze van werken. Waarbij dan ook, door het goed afsteunen op de vierde en vijfde vinger, minder behoefte aan het gebruik van de armsteun zal bestaan. Dit is ook van belang gezien de bezwaren van het gebruik van een armsteun, zoals eerder beschreven (zie punt 3.3).



Foto: CTM, UMCG

Fig. 11 Gebruik van gemodificeerde pengreep van zowel linker- als rechterhand

NB Hier staan tegenover elkaar de wens om armsteunen te gebruiken, met de daaraan klevende bezwaren, versus een adequate wijze van vasthouden en afsteunen met de vingers bij gebruik van de gemodificeerde pengreep, waarbij de afsteuning gunstiger c.q. dichterbij het werkobject ligt. Meer extreme bewegingen en posities van handen en armen moeten worden vermeden.

Informatie is benodigd wat, bij een adequaat gebruik van de gemodificeerde pengreep in een adequate werkhouding, het afsteunen op een armsteun kan toevoegen, gelet op de beschreven bezwaren. c.q. welke ergonomische beperkingen hierdoor ontstaan.

5.6 Gebruik ruimte rond de hoofdsteen en patiëntstoel /unit

- De afstand van de hoofdsteen bij horizontaal geplaatst zijn van de rugleuning tot achterwand / werkblad is normaliter 70 cm.
- Bij het gebruik van een op statief verplaatsbare microscoop dient er ruimte te zijn voor de basis van een dergelijk statief. Plaatsing kan geschieden vanuit de 8.00 uur positie dan wel 4.00 uur positie, waarbij in dat laatste geval de ruimte beperkt kan zijn indien de behandelstoel is voorzien van een spittoon.

Bij het ontwerp van de opstelling van behandelunit samen met achterwand/werkblad dient rekening gehouden te worden met lengteverschillen van zowel patiënt als behandelteam. Het is verstandig om de ruimte rond de patiëntstoel, het gebied waar het behandelteam werkzaam is, niet te krap te laten zijn. Als een optimale opzet niet goed mogelijk is, dan bieden mobiele kastjes, trays of microscopen vaak een goede mogelijkheid.

Dus hoewel 70 cm afstand van hoofdsteen tot achterwand normaliter het uitgangspunt is, omdat de afstand tot de achterwand voor een goede werkwijze niet te groot mag worden, kunnen omstandigheden leiden tot een aangepaste opzet van de achterzijde van de patiëntstoel.

De mogelijkheid om te werken met een additioneel beeldscherm leidt door de grootte ervan en de plaatsing veelal tot een niet ideale werkwijze. Het verdient aanbeveling om de functie van deze 'interface' nader te beschouwen; hoe groot moet het scherm zijn om voor bijv. de assistente de behandeling functioneel te kunnen volgen? Is het mogelijk het scherm te plaatsen in de kijklijn van de assistente?

*Gewenste informatie: Wat is de optimale grootte van de interface (beeldscherm) voor meekijkende assistente?
Is de plaats aan de zijde van het microscoophuis optimaal?*

Met bovenstaande handleiding is gepoogd de uitgangspunten voor een ergonomische werkwijze van de microscopist te beschrijven.

Gewenste informatie: Het verifiëren van de uitgangspunten voor een ergonomische werkwijze van een microscopist.

6 Slotopmerkingen

In dit document zijn kennis over een ergonomische werkwijze van een tandheelkundig behandelaar en ervaringen van microscopisten over het gebruiken van een microscoop samengebracht. Met als doel op deze wijze aanbevelingen voor een ergonomische werkwijze van een microscopist met de behandelmicroscoop te kunnen formuleren. Niet alle vragen die de auteurs hierbij tegenkwamen konden worden beantwoord. Zij zullen het daarom erg op prijs stellen om reacties en ook commentaar op inhoud en discussievragen te ontvangen om deze te kunnen verwerken in een volgende versie van dit document.

Literatuur / geraadpleegde bronnen

1. ESMD website. Beschikbaar <https://nl-nl.facebook.com/esmd.microscopedentistry>. Geraadpleegd 1 sept 2017
2. Carr GB, Murgel CA. The Use of the Operating Microscope in Endodontics. Dent Clin N Am 2010; 54: 191-214.
3. Druttman T, Finn G. Ed. Microscopic Dentistry. A practical Guide. Jena: Carl Zeiss Meditec AG, Beschikbaar via: <https://www.zeiss.com/meditec/int/c/dental-book-form.htm> . Geraadpleegd 1 september 2017.
4. Ruijter RA de. Wijze van hanteren van instrumenten voor het uitvoeren van tandheelkundige verrichtingen. Kenniscentrum Tandheelkundige Ergonomie, UMCG. Beschikbaar via: www.tandheelkundige.ergonomie.umcg.nl. Geraadpleegd 1 september 2017.
5. Hokwerda O, Denekamp A. Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling. Themadocument KEM, Kennisplatform Ergonomie Mondzorg, 2017.

6. Hokwerda O, Ruijter RA de. Innemen van een gezonde zittende werkhouding bij de patiëntbehandeling. Kenniscentrum Tandheelkundige Ergonomie, UMCG. Beschikbaar via: www.tandheelkundige-ergonomie.umcg.nl. Geraadpleegd 1 september 2017.
7. Hokwerda O, Denekamp A. De noodzaak van bewegen voor een goede gezondheid. Tijdens de patiëntbehandeling en daarbuiten. Themadocument KEM, Kennisplatform Ergonomie Mondzorg, 2017
8. Bolderman FW, Bos-Huizer JJ, Hoozemans MJ. The Effect of Arm Supports on Muscle Activity, Posture, and Discomfort in the Neck and Shoulder in Microscopic Dentistry: Results of a Pilot Study, 2017; IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors, 5:2, 92-105.
9. International Standard ISO 11226. Ergonomics, evaluation of static working postures. Geneva: ISO 2000.
10. Hokwerda O. Ergonomic considerations regarding cart and instrument console with hanging down hoses, ESDE. Beschikbaar via: www.esde.org. Geraadpleegd 1 september 2017.