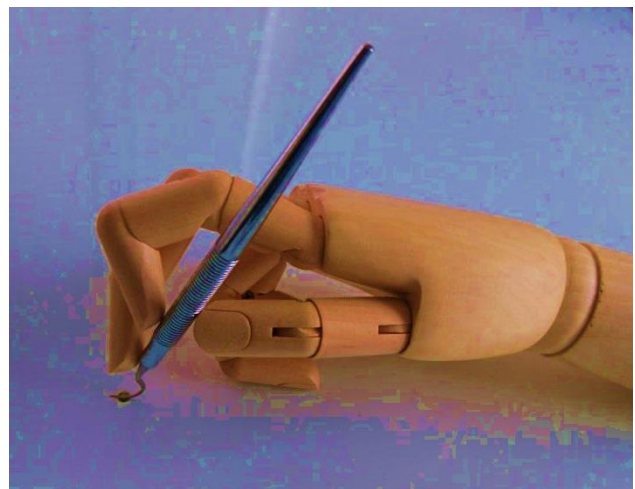


THEMADOCUMENT

De gemodificeerde pengreep in relatie met de werkhouding van de mondzorgverlener

Deel I Uitgangspunten wijze van hanteren van de gemodificeerde pengreep

Deel II Verdieping kennis over relevante aspecten gemodificeerde pengreep



prof. drs. Oene (O.) Hokwerda

Amber (A.) Denekamp MSc

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

Versienummer	3
Laatste revisiedatum	KEM 130 020723

Voorwoord

Opzet themadocument

In dit themadocument worden de uitgangspunten beschreven voor het hanteren van tandheelkundige instrumenten met de gemodificeerde pengreep.

Doel

Het verduidelijken van het belang van een juist gebruik van de gemodificeerde pengreep voor een gezond gebruik van de vingers, hand, pols, arm, schouders, nek en hoofd met ogen voor het zicht in samenhang met de verdere lichaamshouding.

Doelgroepen

Het document is bestemd voor:

- tandartsen, mondhygiënisten en preventieassistenten die het gebruik van instrumenten bij de patiëntbehandeling door middel van de gemodificeerde pengreep willen verbeteren;
- gebruik bij opleidingen en nascholing.

Betrokken ergonomiegebieden

Betrokken ergonomie gebieden zijn:

- fysieke ergonomie voor het hanteren, d.w.z. het vasthouden en manipuleren van instrumenten bij de patiëntbehandeling, met hand en armen;
- cognitieve ergonomie voor wat betreft het hanteren van benodigde kennis voor het uitvoeren van verrichtingen, het plannen van het verloop van handelingen en het sturen van uit te voeren verrichtingen.

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:

prof. drs. Oene (O.) Hokwerda

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

Amber (A.) Denekamp MSc

Bedrijfsoefentherapeut, ergonomoom

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

tandarts, tandheelkundig ergonomoom

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.....	5
DEEL I Uitgangspunten wijze hanteren van de gemodificeerde pengreep.....	5
2 Bezwaren tegen het gebruik van de gewone pengreep.....	5
3 Inleiding gebruik gemodificeerde pengreep	6
4 Uitgangspunten juiste werkwijze	8
4.1 Basisvoorwaarden voor een ergonomisch verantwoorde werkwijze	9
4.2 Vereiste kenmerken van het te gebruiken instrument	10
4.3 Vasthouden van een instrument.....	11
4.4 Bewegen met een instrument.....	13
4.5 Afsteunen van de hand	14
4.6 Positioneren van de handen symmetrisch naast elkaar	15
4.7 Oefenen gebruik van de gemodificeerde pengreep	16
DEEL II Verdieping kennis over relevante aspecten gemodificeerde pengreep	16
5 Effecten afwijkende standen polsgewricht, arm en schouder.....	16
5.1 Belasting polsgewricht in neutrale stand	16
5.2 Extreme standen polsgewricht, arm en schouder	16
5.3 Invloed extreme standen polsgewricht op functioneren handspieren.....	17
5.4 Risico's ontstaan musculoskeletale aandoeningen	17
6 Klachten aan vingers, hand, pols en arm.....	18
6.1 Vóórkomen van klachten	18
6.2 Oorzaak van klachten	18
6.3 Algemene benaming klachten.....	18
6.4 Carpaletunnelsyndroom.....	18
6.5 Risico repeterende handelingen	19
6.6 Vóórkomen artrose	20
6.7 Vóórkomen hypermobiliteit	20
6.8 Verhoging spierspanning door stress	20
7 Oog-hand coördinatie in relatie met de gemodificeerde pengreep	21
Handleiding.....	23
8 Samenvatting van de uitgangspunten.....	23
8.1 Doorsnede, vorm en textuur van instrument	23
8.2 Basisvoorwaarden voor een juiste werkwijze	23
8.3 Wijze van vasthouden van een instrument.....	23
8.4 Bewegen met een instrument.....	24
8.5 Wijze van afsteunen van de hand	24
8.6 Positioneren van de handen symmetrisch naast elkaar	25
9 Oefenen gebruik van de gemodificeerde pengreep	25
10 Afsluitende opmerkingen	26
Literatuur / geraadpleegde bronnen.....	27

Beschrijving thema

1 Inleiding

Voor een gezonde werkwijze bij het uitvoeren van nauwkeurigheid vereisende verrichtingen in de mond – of bij tandtechnische werkstukken – is het gebruik van de gemodificeerde pengreep noodzakelijk in plaats van het toepassen van de normale c.q. gewone pengreep.

Probleem van het leren hanteren van de gemodificeerde pengreep is dat men op jongere leeftijd vaak ongemerkt gewend is geraakt aan het gebruik van de normale/gewone pengreep bij het vasthouden van een pen. Dat voelt vertrouwd aan omdat de spieren eraan gewend zijn, zodat de neiging bestaat hierop terug te vallen. Hierdoor is het gebruik van de gemodificeerde pengreep vaak niet adequaat of blijft men de normale pengreep hanteren. Bezwaar hiervan is een hoge belasting van vingers, hand, pols, armen en schouders, waardoor regelmatig klachten en afwijkingen ontstaan. Ter vermijding hiervan dient men daarom de gemodificeerde pengreep te hanteren, waarbij vasthouden, manipuleren en afsteunen van het instrument op andere wijze plaats vinden dan bij de normale pengreep, wat een verandering vergt van de bestaande werkwijze. Dit vereist kennis en inzicht betreffende zowel de ergonomische principes voor het gebruik van de gemodificeerde pengreep als een goed gebruik van:

- de zgn. kinematische keten bestaande uit vingers, hand, arm, schouder, nek en hoofd met ogen voor het zicht;
- een symmetrische houding rechtop.

De hiervoor te verwerken informatie bestaat uit verschillende bouwstenen. Voor het hanteerbaar maken van die kennis is het themadocument verdeeld in twee delen. Deze kunnen op verschillende momenten en manieren bestudeerd worden (zie de leeswijzer aan het eind van de inleiding).

Deel I. Uitgangspunten wijze van hanteren van de gemodificeerde pengreep.

Als start zijn de bezwaren tegen het gebruik van de normale pengreep beschreven, gevolgd door een korte samenvatting van de voordelen van de gemodificeerde pengreep. Hierna worden met toelichtingen de uitgangspunten voor het hanteren van deze greep beschreven.

Deel II. Verdieping kennis over relevante aspecten van de gemodificeerde pengreep.

In aansluiting op de in deel I aangeduide houding en werkwijze bij het gebruik van de gemodificeerde pengreep worden in deel II de effecten beschreven van afwijkende standen van pols, armen en schouder bij gebruik van de greep. Daaropvolgend is een kort overzicht gegeven van klachten die hierdoor kunnen ontstaan. Het tweede deel wordt afgesloten met een globale omschrijving van het functioneren van de oog-hand coördinatie bij het gebruik van de gemodificeerde pengreep. De vaardigheden benodigd voor het hanteren van tandheelkundige instrumenten vormen niet simpelweg een handvaardigheid maar het zijn complexe psychomotorische vaardigheden, gestuurd vanuit de hersenen, waarbij de oog-handcoördinatie een ondersteunende rol vervult.

In hoofdstuk 8 in de *'Handleiding'*, na Deel II, is een overzichtelijke samenvatting weergegeven van de uitgangspunten voor het gebruik van de gemodificeerde pengreep. Dit kan als werkschema worden gebruikt. Voor een goede training van een adequaat gebruik van de greep of controle ervan zijn in hoofdstuk 9, aan het slot van de Handleiding, een aantal oefeningen opgenomen.

Verschillende onderwerpen zijn niet in het themadocument opgenomen, zoals:

- het effect van het gebruik van handschoenen op het vasthouden van een instrument;
- een dubbelzijdig gebruik van instrumenten en de lengte ervan;
- het slijpen van instrumenten;
- de juiste vormgeving en plaatsing van het werkzame uiteinde van een instrument in relatie met het innemen van een optimale houding bij het hanteren van een instrument.

Naast de gemodificeerde pengreep wordt de palmgreep toegepast, een krachtgreep die met name voor meer kracht vergende verrichtingen wordt toegepast, zoals bij extracties en het gebruik van rubberdamklemmen; ook veel bij het hanteren van de nevelafzuiger. Bij deze greep wordt het instrument aan één zijde omvat door de tweede t/m vijfde vinger en aan de andere zijde door de duim. Door meer vingers te gebruiken kan meer kracht worden aangewend. De bovenarm wordt zo dicht mogelijk naast het lichaam gehouden en de pols in neutrale stand. In dit themadocument komt het gebruik van de palmgreep verder niet aan de orde.

Leeswijzer

Degenen die bekend zijn met de gemodificeerde pengreep willen mogelijk snel door de tekst heen lopen om eigen kennis te toetsen. In dit geval kan men kennismaken van hoofdstuk 3, met een beschrijving van enkele essentiële aspecten van het hanteren van de gemodificeerde pengreep en vervolgens hoofdstuk 8, in de Handleiding, doornemen. Hierin vindt men een samenvatting van de uitgangspunten voor een goede werkwijze met de gemodificeerde pengreep. De volgorde ervan stemt overeen met de uitgebreide toelichting hierop in de paragrafen 4.1 t/m 4.7.

De Handleiding wordt in hoofdstuk 9 afgesloten met oefeningen voor het op de juiste wijze leren hanteren van de gemodificeerde pengreep of voor het controleren van de wijze van gebruik.

In de hoofdstukken 5 en 6, in Deel II, wordt gesproken over een afwijkend gebruik van de greep en voorkomende klachten. Deze informatie kan men afzonderlijk doornemen. Evenals de beschrijving van de oog-hand coördinatie in relatie met de gemodificeerde pengreep in hoofdstuk 7, in Deel II.

DEEL I Uitgangspunten wijze hanteren van de gemodificeerde pengreep

2 Bezwaren tegen het gebruik van de gewone pengreep

Bij gebruik van de gewone pengreep (zie fig. 1), oorspronkelijk bedoeld voor het hanteren van een pen, wordt een instrument stevig vastgeklemd tussen de vingertoppen van duim en wijsvinger, dus tussen 2 vingers in plaats van 3 zoals bij de gemodificeerde pengreep. Deze greep met 2 vingers duidt men ook aan met pincetgreep c.q. pinch grip (Denekamp, 2016)⁸. Bij het gebruik van 2 vingers is minder kracht beschikbaar voor het hanteren van een instrument dan bij het vasthouden met 3 of meer vingers. Wel bestaat er een glijdend contact met de zijkant van de middelvinger c.q. derde vinger. Maar deze vinger wordt in de eerste plaats gebruikt voor het afsteunen van de hand, waarvoor meestal samen met de vierde vinger een blok wordt gevormd.



Bron: CTM, UMCG

Fig. 1 Gebruik van de gewone pengreep waarbij de pen door duim en wijsvinger in de pincetgreep wordt vastgehouden en verder voor ondersteuning nog een los contact heeft met de zijkant van de middelvinger. Deze heeft echter als hoofdfunctie het afsteunen van de gehele hand.

Het gebruik van de pincetgreep c.q. pinch grip heeft de volgende bezwaren:

- Voor het vasthouden van een instrument is 4-5 keer meer spierkracht vereist van de handspieren (Sensat, 2004)²⁸. Ook van de armspieren wordt dan meer kracht vereist, zodat een verhoogde belasting van hand, pols, armen en schouders optreedt.
- Het probleem van het gebruik van de derde c.q. middelvinger is dat deze 2 verschillende functies heeft die moeilijk met elkaar zijn te combineren.
 - De primaire functie is het afsteunen van de hand op een harde onderlaag, voor het opvangen van met vingers, hand, pols en armen uitgeoefende krachten en ook het opvangen van een gedeelte van het gewicht van de onderarm. Het afsteunen moet leiden tot stabiliteit bij het manipuleren met het instrument.
 - De secundaire functie, via het losse contact met de zijkant van het bovenste kootje (eind phalanx) van de derde vinger, is het verlenen van een beperkte ondersteuning aan het instrument, t.b.v. een grotere stabiliteit.Omdat de primaire functie van de middelvinger bestaat uit het verlenen van stabiliteit aan de hand bij het manipuleren met een instrument, is het gevolg dat de vinger weinig

kan bewegen. Dit beperkt de mogelijkheden om bewegingen met een instrument uit te voeren.

Tegelijkertijd wordt door het instrument een ongunstige, zijdelingse druk uitgeoefend op het laatste vingergewricht van de middelvinger, wat kan leiden tot zijwaartse buiging van de vinger en mogelijk het ontstaan van artrose van het laatste vingergewricht

- Het losse, glijdende contact tussen instrument en middelvinger bevindt zich op ongeveer dezelfde hoogte als de contactpunten tussen duim en wijsvinger met het instrument, wat niet bevorderlijk is voor de stabiliteit van het instrument.
- Bij overstrekken van de vingers worden de gewrichten overbelast en komt er rek op de banden, terwijl de spieren nauwelijks werken.

Problemen van het gebruik van de gewone pengreep zijn samengevat de volgende:

- de beschikbare kracht voor het hanteren van het instrument is te gering;
- de stabiliteit is te beperkt;
- de bewegingsmogelijkheden van de vingers zijn onvoldoende;
- compensatie van het gebrek aan beweeglijkheid en stabiliteit vindt plaats door bewegingen te maken met de hand in het polsgewricht, waarbij vaak extreme en dus heel belastende standen van de hand worden ingenomen. Zoals bijv. een uitgebreide palmairflexie, d.w.z. een ver naar beneden gebogen hand of een dorsaalextenzie, waarbij de hand ver naar boven, naar dorsaal is verplaatst. Op deze standen en de effecten ervan wordt later teruggekomen.

Voor het hanteren van wortelkanaalvijlen en het vastgrijpen van boortjes is de pincetgreep/pinch grip de enig aangewezen greep. Deze wordt gebruikt bij het uitnemen van vijltjes of boortjes uit verzamelblokken of het pakken van vijltjes of boortjes van een tablet.



Bron: CTM, UMCG

Fig. 2 Gebruik van de pincet greep voor het vasthouden van een vijl

3 Inleiding gebruik gemodificeerde pengreep

Micromanipulatie met tandheelkundige instrumenten (zie fig. 3), d.w.z. het verrichten van handelingen van geringe omvang met een hoge graad van nauwkeurigheid, kan zoals eerder vastgesteld het beste plaats vinden met de gemodificeerde pengreep. Bij deze greep worden 3 vingers gebruikt voor het vasthouden van het instrument, zodat de belasting van vingers, hand, pols, arm en schouder geringer is. Ook is de beweeglijkheid bij het manipuleren met het instrument groter en de stabiliteit van de hand gunstiger. Het resultaat is dat hierdoor ook nauwkeuriger gewerkt kan worden. Op deze wijze kunnen musculoskeletale aandoeningen, d.w.z. aantastingen van spieren, zenuwen, ligamenten en gewrichten van vingers, hand, pols, armen en schouders, worden tegengegaan. Als resultaat van een betere hanteerbaarheid en een meer nauwkeurige wijze van werken met de gemodificeerde pengreep mag ook verwacht worden dat betere klinische resultaten

bereikt kunnen worden. Hiervoor bestaan aanwijzingen (Canakci, 2003)⁵. Verder bleek dat als men bij spierkramp als gevolg van schrijven (Bauer, 2009)² de gemodificeerde pengreep liet gebruiken, een reductie optrad van de druk waarmee de pen gehanteerd wordt terwijl ook een verminderde krachtsinspanning van de greep nodig was.

In dit hoofdstuk vindt een korte introductie plaats van het gebruik van de gemodificeerde pengreep, terwijl in hoofdstuk 4 een uitgebreide toelichting met onderbouwing van het gebruik ervan wordt gegeven (Hokwerda, 2012¹⁸ en aantal websites ^{6, 11, 15, 20}).



Bron: naar M van der Zwet 35.

Fig. 3 Voorbeeld van instrument met werkbladen (c), schachten (b) en voldoende dik handvat (a) met textuur

Belangrijke uitgangspunten bij gebruik van de gemodificeerde pengreep zijn de volgende:

- De toppen van duim, wijsvinger en middelvinger worden in gebogen stand rond het instrument gehouden en maken op deze wijze een driepuntscontact met het instrument (zie fig. 4):
 - Duim en wijsvinger bevinden zich ongeveer recht tegen over elkaar, bij of in de buurt van de overgang van handvat naar hals van het instrument;
 - De wijsvinger is dicht bij het werkzame uiteinde van het instrument geplaatst.
- Het instrument ligt verder tegen de bovenzijde van de wijsvinger.
- Afsteunen van de hand gebeurt door plaatsing van de vierde en vijfde vinger op een stevige ondergrond, zowel binnen als buiten de mond. Vroeger gebeurde dit door alleen op de vierde vinger af te steunen. Beter is het om zowel de vierde als vijfde vinger te gebruiken. (Zie fig. 6 t/m 10).
- Bewegingen met een instrument moeten voornamelijk plaats vinden door middel van



Fig. 4 De eerste 3 vingers worden in gebogen stand rondom het instrument gehouden, zodat een driepuntscontact ontstaat.

Bron: D. Voet, uit 'Oefenen gemodificeerde pengreep'

bewegingen van de vingers en van de onderarm.

- Het polsgewricht wordt hierbij zoveel mogelijk in een neutrale stand gehouden, zodat afwijkende standen van de pols worden voorkomen (zie fig. 5, blz. 10)

De voordelen van het gebruik van de gemodificeerde pengreep vergeleken met de normale pengreep zijn de volgende:

1. Er ontstaat een betere verdeling van de belasting, omdat de krachtsuitoefening wordt verzorgd door 3 vingers, in gebogen stand rond het instrument geplaatst, in plaats van 2 meer gestrekte vingers. De druk op ligamenten, gewrichten etc. is zo minder.
2. De beschikbare kracht voor het vasthouden van het instrument met 3 gebogen vingers is viermaal groter dan de kracht mogelijk met de gewone pengreep (c.q. de pincetgreep/pinch grip); en tweemaal groter dan bij een greep met 3 gestrekte vingers die parallel langs het instrument aanliggen
3. Door gebruik van 2 afzonderlijke vingers (de vierde en vijfde vinger) voor het afsteunen van de hand, in plaats van één vinger (de middelvinger) die zowel vasthoudt als afsteunt, is meer stabiliteit beschikbaar.
4. Een grotere bewegelijkheid wordt verkregen omdat de vingers die het instrument vasthouden, gescheiden zijn van de vierde en vijfde vinger waarmee het afsteunen van de hand wordt verzorgd.
5. Deze voordelen maken het mogelijk om de vingers waarmee afgesteund wordt op enige afstand van het werkgebied te plaatsen waardoor een bredere toegankelijkheid hiervan ontstaat. Met als resultaat een beter zicht en overzicht, terwijl ook de belichting gunstiger is.
6. Met de greep is een nauwkeuriger manier van werken mogelijk.
7. Er wordt geen zijdelings druk uitgeoefend op het laatste vingerkootje van de middelvinger.
8. Omdat de richting van het instrument meer onafhankelijk is van de richting van de hand kan eenvoudiger een ergonomisch correcte symmetrische werkhouding ingenomen worden, welke gekenmerkt wordt door de juiste stand van de pols, onder-en bovenarm, schouder en bovenlichaam.

4 Uitgangspunten juiste werkwijze

In dit hoofdstuk worden gedetailleerd de uitgangspunten beschreven voor het toepassen van een goede werkwijze bij het gebruik van de gemodificeerde pengreep.

4.1 Basisvoorwaarden voor een ergonomisch verantwoorde werkwijze

Basisvoorwaarden voor het kunnen uitvoeren van een juiste werkwijze bij het hanteren van instrumenten zijn de volgende:

- Werken in een ergonomisch verantwoorde houding: symmetrisch rechtop met het hoofd niet meer naar voren gebogen dan 25° (ISO-norm 11226) ²¹, d.m.v. een buiging hoog in de nek, waarbij de kin licht is ingetrokken. Verder met de armen naast het bovenlichaam. Bij een asymmetrische d.w.z. meer belastende houding wordt het manipuleren met een instrument ongunstig beïnvloedt.
Een beschrijving van de werkhouding –afgezien van een enkele opmerking hierover – en van het maken van bewegingen, noodzakelijk voor een ergonomische werkwijze, is niet in dit document verwerkt. Daarvoor wordt verwezen naar de themadocumenten ‘Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling’ (Hokwerda 2018)¹⁹ en ‘De noodzaak van bewegen voor een goede gezondheid tijdens de patiëntbehandeling en daarbuiten’ (Denekamp 2018)⁷.
- Zitten in een stabiele zit.
- Rechtop zitten is ook nodig voor een regelmatige diepe ademhaling, omdat bij een gebogen zithouding de O₂ voorziening suboptimaal of onvoldoende kan zijn.
- Zorgdragen voor een werkafstand = boekleesafstand van normaliter 35-40 cm tussen werkveld en ogen c.q. bril, uitgaande van een goed zicht c.q. juiste gezichtscorrectie. Bij een onvoldoende gezichtsvermogen ontstaat een naar voren gebogen houding voor het verkrijgen van een beter zicht, met als gevolgen een ongunstige houdingsbelasting en een beperking van de ademhaling.
- Horizontaal plaatsen van patiënt voor het verkrijgen van een goed zicht op het werkveld in de mond van de patiënt, **zowel in de onder- als de bovenkaak**.
NB Vaak wordt aanbevolen om bij behandeling van de onderkaak de patiënt in schuine stand te plaatsen, hoewel dat leidt tot een ongunstige voorovergebogen houding.
- Draaien van het hoofd van de patiënt in 3 verschillende richtingen om zo een goed zicht op het werkveld te verkrijgen, door er zo veel mogelijk loodrecht op te kijken. Zie voor een uitvoerige toelichting het themadocument ‘Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling’ (Hokwerda c.s., 2018)¹⁹.
- Polsgewricht in een neutrale stand houden, waarbij de hand in het verlengde van de onderarm ligt. Hierbij is de belasting het geringst. Deze stand is belangrijker naar mate een grotere krachtsinspanning nodig is voor het hanteren van een instrument.
- Naarmate de stand van de hand in het polsgewricht meer afwijkt van de neutraalstand (zie fig. 5) is het risico voor het ontstaan van afwijkingen groter. Zie verder hoofdstuk 5 ‘Afwijkende standen van het polsgewricht’.



A. Zijwaartse stand van de hand naar de pink gericht: ulnair deviatie



B. Stand van de hand naar boven gericht: dorsaal extensie



C.



D.

Neutrale standen van hand en polsgewricht



E. Zijwaartse stand van de hand, naar de duim gericht: radiaal deviatie



F. Stand van de hand naar beneden gericht: palmar flexie

Bron: A. Denekamp, VVT Magazine, januari 2017

Fig. 5 Overzicht van verschillende standen van het polsgewricht. De standen C en D zijn neutrale dus gunstige standen van het polsgewricht. De overige standen zijn afwijkende standen. Hoe meer afwijkend hoe ongunstiger en hoe meer de verschillende standen in combinatie worden gebruikt hoe schadelijker dit is

4.2 Vereiste kenmerken van het te gebruiken instrument

Vorm, doorsnede en textuur

- De vorm van een instrument moet bij voorkeur rond zijn en niet kantig, bijv. zeskantig zoals bij handinstrumenten kan voorkomen, omdat de toppen van de vingers dan vaak op de hoeken, dus de overgangen van de vlakken komen te staan wat ongunstig is voor het vasthouden en ronddraaien van het instrument.
- In verband met het verschil in lengte en dikte van de vingers is het niet zinvol voorgevormde vlakken aan te brengen op handinstrumenten voor het plaatsen van de toppen van de vingers.
- Voor een optimale belasting van spieren, gewrichten e.d. zijn instrumenten nodig met een schachtdikte van 7,5 mm of meer (Schneevoigt, 1997)³⁰. Dit heeft ook betrekking op tactiele instrumenten, omdat te dunne instrumenten aanleiding geven tot een meer krampachtig vasthouden, wat een nauwkeurige waarneming ongunstig beïnvloedt. Uit een onderzoek van Dong c.s.¹³ blijkt dat ronde instrumenten met een diameter van 10 mm diameter de minste spierkracht vereisen. Ook elders blijkt uit de literatuur dat 10 mm de optimale diameter is. (Simmer Beck, 2010)²⁹. Iets meer dan 10 mm zou niet veel verschil uitmaken maar te dikke instrumenten zijn niet gunstig om goed vast te houden, wat mede afhankelijk is van de grootte van de vingers/hand. Het maximum ligt waarschijnlijk bij 13-14 mm maar hiervoor is geen onderzoek aan te halen.

- Dit is met name van belang bij dynamische instrumenten zoals roterende instrumenten, ultrasonische tandsteenreinigingsinstrumenten e.d.
- Voor het verkrijgen van een goede grip op het instrument, in zowel lengterichting als overdwars, is een bepaalde textuur nodig, d.w.z. een bepaalde onregelmatigheid van het oppervlak van het instrument (zie fig. 3).

4.3 Vasthouden van een instrument

- Instrumenten worden vastgehouden met de toppen van duim, wijs- en middelvinger die in een gebogen stand rondom het instrument worden geplaatst (zie fig. 6). Met drie vingers wordt meer kracht uitgeoefend dan met 2, terwijl de wijs- en middelvinger de krachtigste vingers zijn (Radwin, 1992)²⁵.



Bron: CTM, UMCG

Fig. 6 Gebruik gemodificeerde pengreep, zowel rechts als links, in het bovenfront

- Duim en wijsvinger bevinden zich ongeveer recht tegenover elkaar, bij of in de buurt van de overgang van handvat naar de hals van het instrument. Belangrijk is het instrument op ontspannen wijze vast te houden. Als de vingers wit (bloedeloos) worden, wordt te veel kracht uitgeoefend.
De stand van duim en wijsvinger ongeveer recht tegenover elkaar is nodig voor het stabiel vasthouden van het instrument (fig. 7a). Wanneer duim en wijsvinger niet recht tegenover elkaar staan, treedt verlies op van stabiliteit. Ook is deze stand nodig voor het laten rollen van het instrument langs wijsvinger en middelvinger voor een positieverandering van het werkzame uiteinde (zie ook het NB bij het volgende punt).
- De top van de middelvinger is op de schacht van het instrument geplaatst, ergens tussen de stand van duim en wijsvinger op het handvat en het werkzame uiteinde van het instrument (fig. 7b). De middelvinger dient voor:
 - het sturen van de bewegingen van het werkzame uiteinde, waarvan de vorm is afgestemd op de te vervullen functie;
 - de tactiele waarneming van onregelmatigheden van het oppervlak van het element en
 - het bijdragen aan het stabiel vasthouden van het instrument.

NB. In het vorige punt is vermeld dat door de rolbeweging tussen duim en wijsvinger een positieverandering van het werkzame uiteinde verkregen kan worden. Door de middelvinger kan het instrument in voor- achterwaartse zin langs de wijsvinger worden gedraaid, zodat de hoek aangepast wordt waarin het instrument als geheel staat. Deze gecombineerde bewegingsmogelijkheden zorgen voor de grotere beweeglijkheid van de gemodificeerde pengreep. Het vergt oefening om deze techniek goed te leren beheersen.



Fig. 7a Duim en wijsvinger recht tegenover elkaar



Fig. 7b Top van de middelvinger geplaatst op de schacht van het instrument

Bron: CTM, UMCG

- Doordat de toppen van duim, wijsvinger en middelvinger op 3 verschillende plaatsen van het instrument tegen het instrument aanliggen ontstaat een spreiding van contact over 3 contactpunten rondom het instrument. Dit driepuntscontact is een voorwaarde voor zowel het stabiel vasthouden van een instrument als het bewegelijk er mee kunnen manipuleren, los van het afsteunen (fig. 8 en zie ook punt 4.5).

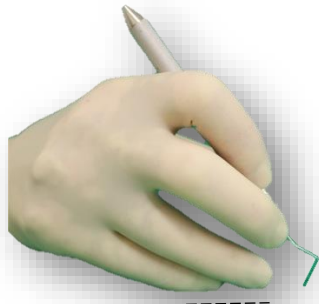


Fig. 8 De ringvinger en pink samen als afsteuning, los van de vingers die het instrument vasthouden, dit voor het vergroten van de noodzakelijke bewegelijkheid

Bron: CTM, UMCG

- De tactiele waarneming verloopt beter in samenhang met de geringere krachtsuitoefening bij gebruik van 3 vingers, mede omdat mechanoreceptoren voor druk- en tastzin (voor de zgn. haptische waarneming) vooral in de toppen van de vingers zijn gelokaliseerd, waarmee een instrument wordt vastgehouden.
NB Tactiele gevoeligheid neemt af bij scalen met handinstrumenten en neemt toe bij gebruik van ultrasonische instrumenten (Ryan, 2005)²⁷.
- Bij gebruik van 3 vingers is ook meer reservekracht over, waarmee een meer kracht vergend deel van een behandeling is uit te voeren.
- De drie vingers worden in licht gebogen stand rondom het instrument gehouden (dikwijls aangeduid met C-stand). Hierbij is de krachtsontplooiing van de spieren het meest optimaal en kan flexibel met het instrument in verschillende standen worden gemanipuleerd. Door bewegingen met de vingers in een gebogen en tegelijkertijd verende stand ontstaat ook een meer gevarieerde belasting en is de pols gemakkelijker in een neutrale stand te houden. Als de vingers gestrekt tegen het instrument aanliggen, parallel met het heft, is de te verkrijgen krachtsuitoefening 50 % geringer en de bewegelijkheid hierdoor geringer. Dit komt omdat een schuin gerichte stand van de vingertoppen veranderd in een vlakke stand, waardoor de krachtsuitoefening minder gunstig wordt.

NB 1. Ook bij gebruik van de gemodificeerde pengreep kan het instrument foutief te veel in contact blijven met de zijkant van de middelvinger waardoor een bewegingsbeperking optreedt.

NB 2. Het kan beter uitkomen om het contact met het instrument aan de wijsvinger zijde van de vingertop van de middelvinger, naast de nagel, te laten plaats vinden.

- Tenslotte is het gunstig het gebruik van instrumenten af te wisselen, zoals het gebruik van handinstrumenten en dynamische instrumenten, (de dikte van het instrument is dan vaak groter en de zwaarte van handstuk met slang zorgt voor extra belasting door het gewicht en het aangrijpend moment). Bijvoorbeeld het afwisselen van het gebruik van een hand- of ultrasoon instrument voor gebitsreiniging. Ook kan men afwisselend een instrument hanteren in de palmgreep. Op deze wijze is er voldoende afwisseling van inspanning en vingerpositie.

Uit onderzoek in Finland (Ding, 2013)¹² – overigens alleen gedaan bij vrouwelijke tandartsen van middelbare leeftijd – blijkt dat bij een lage variatie van werktaken een toegenomen kans bestaat op afname van de kracht van de werkzame (dominante) hand, vergeleken met tandartsen met een hoge taakvariatie. Dit is onafhankelijk van leeftijd, handgrootte e.d. Maar door het uitvoeren van oefeningen kan de kracht van de greep om een instrument vast te houden vergroot worden. Dit gegeven is voor mondhygiënisten van belang, omdat zij meestal vrouw zijn en bij hen de taakvariatie beperkt kan zijn. Het is daarom aan te raden zoveel mogelijk variatie in werkzaamheden te organiseren, door afwisseling van werkvormen (onderzoek, voorlichting, preventieve mondzorg, verrichtingen in de mond – met een adequate instrumenthantering en een afwisselend instrumentgebruik – en administratie).

4.4 Bewegen met een instrument

Om op een juiste manier een instrument te bewegen gelden als voorwaarden:

- Een ontspannen houding rechtop, vanuit een stabiele zit, is een voorwaarde voor een nauwkeurig hanteren van een instrument. Aanzienlijk belaste spieren zijn moeilijker te sturen en te coördineren, zodat een sterke aanspanning van de spieren en vermoeidheid de precisie van werken verminderen.
- Een instrument moet daarom met zo weinig mogelijk kracht worden vastgehouden. Knijpen vermoeit de spieren, veroorzaakt druk op de gewrichten en leidt tot statisch werken. Krampachtig vasthouden van een instrument veroorzaakt spanning in de hele arm, tot aan de schouder.
- De gehele hand, pols en onderarm wordt als een unit bewogen om een instrument in een gunstige positie te brengen voor het uitvoeren van bewerkingen. Dit laatste geschiedt door bewegingen met de vingers die bestaan uit duw-, trek- en rotatiebewegingen.
- Het polsgewricht moet bij alle verrichtingen zo veel mogelijk in een neutrale stand gehouden worden.
- Bij het hanteren van instrumenten wordt de onderarm aan de handzijde normaliter 10-15° geheven t.o.v. het horizontale vlak.
- De bovenarm, die als uitgangspunt tegen het bovenlichaam wordt gehouden, wordt slechts in geringe mate ingeschakeld voor bewegingen, ter voorkoming van een te grote belasting van zowel bovenarm als schouder.
Als begrenzingen van de bewegingen van de bovenarm naar opzij wordt maximaal 15-20° aangehouden en naar voren maximaal 25°, om het heffen van de schouders te vermijden.
- Instrumenten en materiaal moeten daarom dichtbij en vóór de behandelaar zijn geplaatst, om te bereiken dat de omvang van de bewegingen klein blijft.
- Tenslotte is ook het nemen van voldoende rustmomenten tijdens de behandeling van belang (zie themadocument De noodzaak van bewegen voor een goede gezondheid tijdens de patiëntbehandeling en daarbuiten)⁷

Wijze van instrumenthantering met hand en arm moet samengaan met een ontspannen houding rechtop. Dit maakt het nodig de patiënt steeds op de juiste wijze te positioneren en wisselende posities t.o.v. de patiënt in te nemen.

4.5 Afsteunen van de hand

- Het afsteunen van de hand gebeurt met de vierde, meestal samen met de vijfde vinger op een steunpunt (fulcrum) op een stevige ondergrond, zowel binnen als buiten de mond en zowel op de boven- als onderkaak, hoewel dit laatste afhankelijk is van de stabiliteit van de kaak (zie fig. 6 t/m 12).

Verwijderen van tandsteen in het bovenfront

Beide instrumenten worden in de gemodificeerde pengreep vastgehouden. De vingers voor het afsteunen van de rechterhand zijn beide in de mond geplaatst. De ringvinger van de linkerhand steunt af op een incisief, de pink (in gebogen vorm) op de wang.

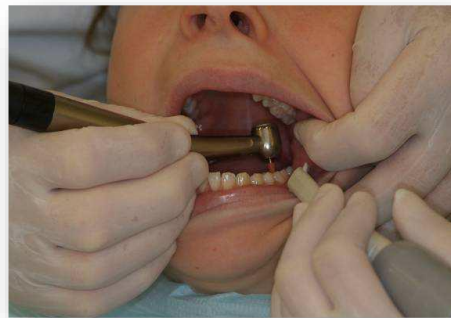


Bron: CTM, UMCG

Fig. 9

Preparatie in derde kwadrant

De ringvinger van de actieve hand steunt af op de onder incisieven en de pink is geplaatst buiten de mond. De linkerhand van de behandelaar houdt de wang naar achteren om goed zicht te verkrijgen en het afzuigen, met afsteunen, beter mogelijk te maken



Bron: CTM, UMCG

Fig. 10

Vierde kwadrant, preparatie

(A) Als eerste wordt de pink van de linkerhand geplaatst op een stevig afsteunpunt

(B) Vervolgens kan de ringvinger van de actieve hand op de pink afsteuning vinden



Bron: CTM, UMCG

Fig. 11

Het resultaat is niet alleen een stabiele afsteuning maar ook wordt een goed zicht en een adequate verlichting van het werkgebied verkregen



Bron: CTM, UMCG

Fig. 12

- Afsteunen gebeurt, in een gunstige stand ten opzichte van het werkveld, ten behoeve van het stabiliseren van de hand voor:
 - het goed onder controle houden van uit te voeren bewegingen, waardoor grote bewegingsexcursies worden voorkomen;
 - het opvangen van krachten nodig voor het manipuleren met een instrument;
 - het opvangen van het gewicht van instrument, hand, en een gedeelte van de onderarm; eventueel ook van de bovenarm.
- Voorheen steunde men alleen met de vierde vinger/ringvinger af maar het is beter om, wanneer enigszins mogelijk, met de toppen van de vierde en vijfde vinger samen af te steunen. Hierdoor ontstaat een breder en dus meer stabiel afsteunblok. Met als resultaat:
 - het beschikbaar komen van een grotere stabiliteit van de hand;
 - het ontstaan van een meer stevige basis voor coördinatie van uit te voeren bewegingen/handelingen, wat de precisie van werken bevordert;
 - een betere opvang van het gewicht van hand met instrument en verder van de onderarm en eventueel de bovenarm;
 - het verkrijgen van een beter zicht op het werkveld omdat meestal op grotere afstand van het werkveld kan worden afgesteund (Out, 2006)²⁴.Als de pink geen functie heeft bij het afsteunen wordt deze vaak ongecoördineerd en met kracht opgetild (zgn. Haagse pink) of sterk gebogen gehouden, wat een extra statische aanspanning van spieren van onder- en bovenarm veroorzaakt.
- De drie vingers voor vasthouden van een instrument en de 2 vingers voor het afsteunen van de hand kunnen min of meer separaat van elkaar functioneren maar ook tegen elkaar aanliggen, afhankelijk van benodigde kracht en beschikbare ruimte.
- Alle vijf vingers van de hand worden in een gebogen, verende standgehouden voor een gevarieerde belasting van de handspieren (zie fig. 6 t/m 12). NB. De gebogen stand van de vingers bij vasthouden en afsteunen van het instrument komt globaal overeen met de ruststand van de vingers als men handen met vingers niet gebruikt. (Zie de stand van de vingers van iemand die rustig zit).
- Als het mogelijk is, wordt met de (muis van) rechter- en linkerhand afgesteund op de jukbogen van de patiënt voor vergroting van de stabiliteit en ontlasting van de afsteunvingers. Bovendien kan het hoofd van de patiënt hierdoor in een bepaalde stand worden gehouden of bijgedraaid.

De verschillende mogelijkheden voor het plaatsen van de steunvingers worden in de Handleiding (hoofdstuk 5) verder beschreven.

4.6 Positioneren van de handen symmetrisch naast elkaar

Voor een gebalanceerde lichaamshouding is het nodig de handen steeds op dezelfde hoogte te houden, in een symmetrische positie horizontaal naast elkaar, bij het symmetrievlak (= mid-sagittale

vlak) van het lichaam. Is dat niet het geval dan wordt de houding asymmetrisch, door het verschil in stand van de rechter- en linkerarm ten opzichte van het bovenlichaam. Dit kan men vermijden door steeds zowel de werkzame c.q. actieve hand als de niet werkzame hand c.q. de hand waarmee de mondspiegel wordt vastgehouden in symmetrische stand af te steunen. De spiegel wordt eveneens met de gemodificeerde pengreep vastgehouden en afgesteund. Als met de niet werkzame hand geen instrument gebruikt wordt, steunt men daarmee ontspannen af op een gunstige plaats.

4.7 Oefenen gebruik van de gemodificeerde pengreep

Indien men gewend is aan het gebruik van de gewone pengreep, vergt het oefenen van het gebruik van de gemodificeerde pengreep daarop gerichte training van de spieren van hand en onderarm. Dat veroorzaakt in de aanvang een onwennig gevoel, zowel aan het begin van een studie of later tijdens de beroepsuitoefening. Zodat men de neiging heeft terug te vallen op het gebruik van de gewone pengreep. Mevr. drs. D. Voet³¹ heeft oefeningen ontwikkeld voor het aanleren van de gemodificeerde pengreep. Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 9.

DEEL II Verdieping kennis over relevante aspecten gemodificeerde pengreep

5 Effecten afwijkende standen polsgewricht, arm en schouder

5.1 Belasting polsgewricht in neutrale stand

Algemeen uitgangspunt is een gewricht zo veel mogelijk te belasten in de middenstand c.q. neutrale stand (Kom, 2009)²² omdat dan een gunstige belasting van het gewricht wordt verkregen en de grootste kracht is te verkrijgen. Hierbij blijft de bloedtoevoer optimaal functioneren, waardoor O₂ voorziening en afvoer van afbraakproducten is gewaarborgd. Dit is van belang voor het beperken van de kans op musculoskeletale klachten. Om het polsgewricht zoveel mogelijk in een neutrale stand te belasten, zorgt men ervoor dat de pols in het verlengde van de onderarm ligt. Hoe meer krachtsinspanning nodig is voor het hanteren van een instrument, hoe belangrijker het is uit te gaan van een weinig belastende stand van de hand in het polsgewricht.

5.2 Extreme standen polsgewricht, arm en schouder

Het polsgewricht wordt bij de patiëntbehandeling regelmatig in extreme standen gebruikt, vooral bij het gebruik van de gewone pengreep. De hand kan hierbij in verschillende standen staan (zie fig. 5 en fig. 13), al of niet gecombineerd met elkaar. De onderarm kan dan in een min of meer sterke supinatie wordt gehouden, d.w.z. met de duim naar boven gedraaid; of met de duim naar beneden, in pronatie. Deze draaiingen vinden plaats vanuit de elleboog. Dit kan zich voordoen zowel bij het vasthouden van een instrument als bij het pakken en weer terugplaatsen van instrumenten die bevestigd zijn in een instrumenthouder van een cart. In extreme mate gebeurt dit bij rechtopstaande instrumenten.

Ook zijn draaiingen mogelijk vanuit de schouder: exorotatie, buitenwaarts bewegen van de arm en endorotatie, binnenwaarts draaien van de arm.

Voor een gunstig gebruik van de gemodificeerde pengreep is het van belang te zorgen voor een goede samenhang in stand van handen, polsgewrichten, armen en schouders (kinematische keten).

Klinische voorbeelden van afwijkende standen van de hand in polsgewricht



Fig. 13 a
Scalen van onderfront.
De palmair flexie en de daarbij
benodigde kracht voor het
verwijderen van tandsteen moeten
vermeden worden ter voorkoming
van het carpaletunnelsyndroom



Fig. 13 b
Plaatsing luxator in de hand.
Let op de naar ulnair afwijkende
stand van de pols en de lokale druk
van de luxator in de handpalm op
de uittreeplaats van de nervus
medianus uit de carpaletunnel.
Beide kunnen het carpaaltunnel-
syndroom veroorzaken



Fig. 13 c
Gebruik afzuiger in onder front
met naar dorsaal afwijkende
stand van de pols

Bron: de Krom 2009

5.3 Invloed extreme standen polsgewricht op functioneren handspieren

Wanneer het polsgewricht bij voortdurend in extreme standen wordt gebruikt, komt het functioneren van de fijne kleine vingerspieren in het gedrang (de Ruijter, 2012)²⁶. Evenals van de grote vingerspieren, die zich in de onderarm bevinden en waarvan de pezen langs het polsgewricht lopen. Bij uitgebreide bewegingen van de hand in het polsgewricht wordt ook de onderarm hierbij betrokken, waarbij een rolbeweging om de lengteas van de onderarm ontstaat (supinatie en pronatie) die voor het adequaat functioneren van de grote vingerspieren ongunstig is. Het gevolg is dat de spieren van de hand niet goed kunnen functioneren voor het manipuleren met een instrument. Extreme polsposities zijn daarom niet alleen nadelig voor de vingerkracht maar ook verbonden met een hoog risico voor het ontstaan van musculoskeletale aandoeningen. Door het ver naar palmair of dorsaal bewegen van de hand in het polsgewricht ontstaat een krachtsverlies van 30-75 %, afhankelijk van de mate van afwijking van de neutrale stand. Met als gevolg dat te veel kracht moet worden uitgeoefend voor het hanteren van een instrument. De maximale bewegelijkheid van het polsgewricht wordt dus ook verkregen bij een neutrale stand van het gewricht (Zong-Ming, 2005)³⁴.

5.4 Risico's ontstaan musculoskeletale aandoeningen

De risico's op het ontstaan van musculoskeletale aandoeningen variëren in relatie met de afwijkende stand van het polsgewricht (Zong-Ming 2002 en Hawn 2006)^{33, 16} en worden groter bij de meestal voorkomende combinaties van afwijkende standen (zie tabel 1). Bij een flexie en extensie van meer dan 45°, een ulnair deviatie > 30° en een radiale deviatie >20 is het risico op het ontstaan van afwijkingen aanzienlijk. Het gebruiken van een afwijkende hand- en armstand gaat vaak samen met het werken in hoog tempo, onder druk en met repeterende bewegingen (zie hoofdstuk 6), wat complicerend werkt t.a.v. het optreden van aandoeningen.

Risico categorieën voor pols-flexie, extensie, ulnaire deviatie en radiale deviatie			
Pols stand	Risico		
	Beperkt	Toenemend	Hoog
Flexie	> 0° tot 15°	16° tot 45°	46° tot maximaal
Extensie	> 0° tot 15°	16° tot 45°	46° tot maximaal
Ulnaire deviatie	> 0° tot 20°	21° tot 30°	31° tot maximaal
Radiale deviatie	> 0° tot 10°	11° tot 20°	21° tot maximaal

Bron: naar Bramson
1998

Tabel 1 Risicofactoren voor het ontstaan van afwijkingen bij buiging/flexie (benedenwaartse draaiing hand, extensie (bovenwaartse draaiing hand), ulnaire deviatie (afwijking stand hand richting pink) en radiale deviatie (afwijking stand hand richting duim)

6 Klachten aan vingers, hand, pols en arm

6.1 Vóórkomen van klachten

Hieronder genoemde klachten zijn gedeeltelijk al eerder genoemd (Denekamp)^{8,9,10}, (Wind)³². Klachten aan vingers, hand, en pols komen veel voor bij tandartsen en mondhygiënisten. Hayes¹⁷ vermeldt voor mondhygiënisten een percentage van 60-69,5 %. De studies waren echter van beperkte omvang. Bruers⁴ komt op basis van onderzoek onder Nederlandse tandartsen op 25 % klachten van handen en polsen en ongeveer 11 % klachten van de ellebogen.

6.2 Oorzaak van klachten

Oorzaak van de klachten zijn o.a. een verkeerd vasthouden van een instrument, het overstrekken van vingers, het krampachtig vasthouden van instrumenten door knijpen en vastklemmen en het continu zwaar belasten van de handen en pols. Ook door aandoeningen, zoals reumatoïde artritis, De Quervain etc. die de uitwerking van overbelasting verergeren. Het is niet altijd mogelijk dit tegen te gaan maar verminderen en uitstellen van klachten is wel mogelijk.

6.3 Algemene benaming klachten

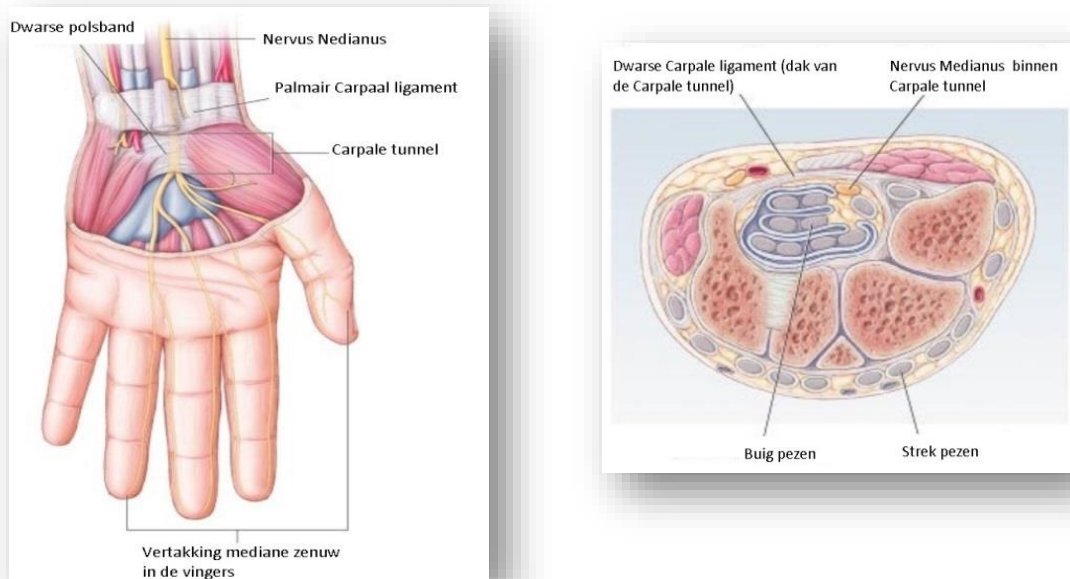
De verschillende aandoeningen die kunnen vóórkomen worden samengevat onder het containerbegrip CANS = Complaints of Arms, Neck and Shoulders. Het gaat hierbij om de gevolgen van een chronische belasting van spieren, pezen banden, gewrichten en zenuwen van hand, pols, onder- en bovenarm, schouder, nek en bovenzijde rug. Vroeger sprak men (en nog wel) over RSI = Repetitive Strain Injury, maar het probleem ervan is dat niet alle voorkomende afwijkingen hieronder vallen. Het ontstaan van CANS is verbonden met het uitvoeren van steeds dezelfde bewegingen vanuit een statische houding en met een overbelasting van de spieren etc. Wat gepaard gaat met een verminderde doorbloeding. Een heel herkenbare bedreiging bij de patiëntbehandeling in de mondzorg.

6.4 Carpaletunnelsyndroom

Een veel voorkomend probleem vormt de beknelling van de middelste handzenuw, de nervus medianus die door een tunnel loopt bij de pols (de Krom 2009)²². Krampachtig vasthouden van instrumenten, krachtsuitoefening en extreme stranden van de pols veroorzaken een grote en langdurige spanning van de spieren van onderarm en vingers, waardoor de nervus medianus / middelste handzenuw bekneld wordt (zie fig. 14 a/b).

Dit veroorzaakt druk en een ongunstige belasting van de zenuw, waardoor schade ontstaat. Klachten zijn pijn, gevoelloosheid, een doof gevoel en tinteling in duim, wijsvinger en middelvinger. Dat is de basis voor het ontstaan van het Carpaletunnelsyndroom. De vingers zijn stijf en krachteloos, waardoor zomaar iets uit handen valt. Men is daardoor minder goed in staat om het vasthouden van

een instrument te coördineren, wat daarom meer kracht vergt (Lowe 1999)²³, waarschijnlijk als gevolg van een tekort aan tactiel gevoel.



Bron: vertaling Katz et al 2002

Fig. 14 a /b Nervus Medianus opgesloten in carpale tunnel

6.5 Risico repeterende handelingen

Bij tandheelkundige werkzaamheden komen regelmatig repeterende handelingen/bewegingen voor. (Arboportaal. Repeterende handelingen)¹. Dit zijn handelingen die in hoog tempo worden verricht en voortdurend herhaald, d.w.z. binnen 90 sec. Repeterende handelingen c.q. bewegingen brengen een risico met zich mee als deze gedurende minimaal 2 uren per dag of minimaal 1 uur achter elkaar worden uitgevoerd. Het risico van repeterende handelingen/bewegingen wordt groter als deze samengaan met de volgende factoren:

- grote krachtsinspanning;
- werken in belastende houdingen en met belastende bewegingen;
- een gebrek aan rustmomenten of afwisseling met andere taken;
- heel precies werk;
- hoge psychosociale arbeidsbelasting: hoge werkdruk en stress, lage sociale steun en weinig autonomie.

Repeterende handelingen/bewegingen zijn niet te vermijden maar genoemde complicerende factoren, die zich vaak voordoen, zijn te voorkomen. In de Arbowet is vastgelegd dat men daar maatregelen tegen moet nemen.

Risicofactoren voor kans op een Carpaaltunnelsyndroom	
Algemeen:	<ul style="list-style-type: none"> • Vrouwelijk geslacht • Leeftijd • Overgewicht • Zwangerschap • Ovariëctomie • Diabetes mellitus • Schildklierandoeningen • Reumatoïde artritis • Anatomische afwijkingen van de carpale tunnel
Arbeidsgerelateerde risicofactoren: <small>(Gelberman et al, 1982; Keir et al, 2007; Rempel et al, 2008)</small>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoog repeterend (kort-cyclisch) werk • Kracht zetten met de hand • Vibrerende(ultrasone) apparatuur • Ongunstige werkhoudingen: extensie, flexie, ulnaire of radiale deviatie van de pols

Bron: de Krom et al., 2009

Tabel 2 Risicofactoren voor een Carpaletunnelsyndroom

6.6 Vóórkomen artrose

Artrose aan de vinger- en duimgewrichten komt frequent voor als gevolg van overbelasting e.d. Vaker bij vrouwen en boven 40 jaar. Klachten bestaan uit pijn die toeneemt bij het zetten van kracht. Het overstrekken van de duim en vingers en te hard knijpen bij het vasthouden van instrumenten verergert de klachten.

6.7 Vóórkomen hypermobiliteit

Veel problemen met het met voldoende kracht hanteren van instrumenten zijn het gevolg van te kort schietende spierkracht of slappe banden, met als gevolg hypermobiliteit. Dit komt veel voor bij vrouwen. Op den duur ontstaan klachten die met het toenemen van de leeftijd ernstiger worden. Hypermobiliteit gaat vaak gepaard met verminderde proprioceptie, d.w.z. een verminderde waarneming van belasting en stand van hand en vingers. Waardoor het moeilijk is te voelen in welke stand een gewricht zich bevindt, waardoor het lastig is correcties aan te brengen. Als gevolg hiervan worden gewrichten vaak overstrekt.

Het is van belang bij hypermobiliteit van de hand of van enkele gewrichten extra aandacht te besteden aan de positie van hand en vingers t.b.v. het gebruik van de gemodificeerde pengreep; evenals aan de mate van krachtsinspanning (niet onnodig knijpen).

6.8 Verhoging spierspanning door stress

Stress verhoogt de spierspanning en heeft een belangrijke invloed op het ontstaan en in stand houden van klachten. De ontstane spanning veroorzaakt verkramping van spieren, een statische houding en verminderde doorbloeding. Vooral de schouderpijlen zijn hier gevoelig voor en dit wordt langs de kinematische keten doorgegeven tot aan de vingertoppen.

Behandeling van klachten vergt een goede diagnose van lichaamshouding en kinematische keten, in samenhang met de werkplekinrichting. In aansluiting daarop is het nodig om gewenste aanpassingen in de werksituatie en van het werkritme (met het pauzegebruik) aan te brengen. Tevens is het van belang daarbij een passende oefentherapie te hanteren.

7 Oog-hand coördinatie in relatie met de gemodificeerde pengreep

Handelingen met een tandheelkundig instrument komen tot stand door het uitvoeren van bewegingen met het instrument, op basis van krachtsuitoefening door spieren van met name vingers, hand en onderarm. Sturing hiervan vindt plaats vanuit de hersenen door middel van o.a.

- visuele waarneming door de ogen;
- haptische waarneming door mechanoreceptoren in met name de toppen van de vingers; en
- waarneming door proprioceptie, c.q. het diepe gevoel, vanuit sensoren in de spieren, pezen, gewrichtskapsels en ligamenten. Hierdoor gaat informatie naar de hersenen over de balans van de houding en de wijze van uitvoeren van bewegingen.

Op basis van input van deze informatie in de hersenen, samen met andere relevante informatie vanuit de hersenzenuwen, zoals het evenwichtsorgaan, vindt sturing plaats van in de mond uit te voeren handelingen. De grondslag hiervoor bestaat uit een grondige training van de uit te voeren handelingen, zodanig dat deze grotendeels geautomatiseerd kunnen worden uitgevoerd op grond van impulsen uit de hersenen, maar begeleid en bijgestuurd via de oog-hand coördinatie. Deze is gericht op een adequate coördinatie van uit te voeren handelingen uitgaande van het gewenste verloop van het behandelproces. Deze coördinatie draagt ook bij aan een gevoel van veiligheid.

De kinematische keten, bestaande uit vingers, handen, armen, schouders, nek en hoofd met de ogen, functioneert als verbinding tussen enerzijds vingers en hand en anderzijds hoofd met ogen en hersenen. Het is de verbindingsweg voor de heen en weer gaande informatie bestaande uit:

- afferente, naar de hersenen toe gaande impulsen met informatie over het uitvoeren van bewegingen en benodigde krachten voor het verrichten van handelingen;
- efferente, van de hersenen naar perifeer verlopende impulsen voor het sturen van de voortgang van het behandelproces.

Efferente impulsen zorgen dus voor het uitvoeren van fysieke verrichtingen met instrumenten via de spieren in de kinematische keten. Om deze handelingen op een ergonomisch verantwoorde wijze te kunnen uitvoeren is, zoals eerder beschreven, een nauwe samenhang noodzakelijk tussen houding en bewegingen van zowel de kinematische keten als van het lichaam. In de beschrijving van een ergonomisch verantwoorde houding in het themadocument 'Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling' (Hokwerda 2018)¹⁵ en 'De noodzaak van bewegen voor een goede gezondheid tijdens de patiëntbehandeling en daarbuiten' (Denekamp 2018)⁶ is de samenhang tussen houding en beweging van kinematische keten en lichaam daarom uitdrukkelijk als uitgangspunt genomen. Dit betekent dat een goede training van het uitvoeren van verrichtingen met instrumenten moet samengaan met een adequate houdingstraining. En dat een zgn. manuele training, dus een training van de handen, niet kan worden losgekoppeld van een adequaat functioneren van de gehele houding.

De verwerking van inkomende informatie over de wijze van uitvoeren van handelingen in de hersenen leidt dus tot (bij)sturing van te verrichten handelingen via de uitgaande informatie. Hieraan ligt ten grondslag een bewuste besluitvorming van de behandelaar ten aanzien van hoe verschillende handelingen in gang gezet moeten worden en hoe bijsturen ervan plaats moet vinden, afhankelijk van de voortgang van de bewerkingen.

Een correcte wijze van functioneren van de ogen, al of niet via een adequate oogcorrectie, is noodzakelijk voor het verkrijgen van adequate visuele informatie t.b.v. de oog-handcoördinatie. Een juiste wijze van zien - of wanneer vereist een oogcorrectie - is ook nodig voor een ergonomisch verantwoorde werkhouding omdat men anders naar voren moet buigen voor het verkrijgen van een adequaat zicht. De werkafstand (= boekleesafstand) tussen ogen en werkveld bedraagt normaliter 35-40 cm, soms iets meer.

Helaas is bij ongeveer 30-40 % van de behandelaren sprake van een onvoldoende of niet gecorrigeerde visus, wat beperkingen oplevert ten aanzien van een nauwkeurige waarneming en het innemen van een ergonomisch verantwoorde houding. Helaas wordt bij de oogcorrectie vaak niet

uitgegaan van de gewenste werkafstand wat dan leidt tot continuering van een belastende gebogen houding.

Bij het begin van een leerproces speelt de visuele waarneming een belangrijke rol. Hoe meer door oefening en ervaring geautomatiseerde handelingspatronen tot stand komen, hoe minder visuele informatie nodig is voor het begeleiden van verrichtingen. Maar als iets niet juist verloopt, gaat de visuele waarneming een bepaalde rol spelen voor het bijsturen van handelingen.

Omdat er sprake is van bewuste, mentale sturing door de behandelaar en verder van een grotendeels geautomatiseerde sturing vanuit de hersenen van de motoriek van de spieren, op basis van terugkoppeling van informatie vanuit perifeer, spreekt men van psychomotorische vaardigheden. Zoals uit bovenstaande vereenvoudigde samenvatting blijkt, is er sprake van een gecompliceerde samenhang van vele aspecten. Daarom is het versimpeld spreken over handvaardigheden c.q. manuele vaardigheden onjuist omdat hiermee geen recht wordt gedaan aan het achterliggende systeem.

Voor een verantwoorde uitvoering van de patiëntbehandeling zal men dus over een goed (mentaal) beeld moeten beschikken betreffende:

- het gewenste verloop van psychomotorische vaardigheden;
- het adequaat hanteren van de houding, zowel van lichaam als kinematische keten.

Het handhaven van een dynamische balans van de werkhouding komt tot stand door een samenhangend functioneren van zicht, evenwichtsorgaan en proprioceptie.

Handleiding

8 Samenvatting van de uitgangspunten

NB De volgorde van uitgangspunten komt overeen met de meer uitgebreide beschrijving hiervan in 4.1 t/m 4.7.

8.1 Doorsnede, vorm en textuur van instrument

- Zorg voor instrumenten met een schachtdikte van 7,5 mm of meer; optimaal is 10 mm. Gebruik geen schachtdikte waardoor vasthouden oncomfortabel is.
- Gebruik ronde en geen kantige instrumenten en ook geen instrumenten met voorgevormde vlakken voor de vingertoppen.
- Voor een goede grip is nodig: een textuur in zowel lengterichting als overdwars.

8.2 Basisvoorwaarden voor een juiste werkwijze

- Zit symmetrisch rechtop, in een stabiele zit, met het hoofd niet meer naar voren gebogen dan 25°, d.m.v. een buiging hoog in de nek. Hierbij is de kin licht ingetrokken.
- Zorg voor een regelmatige diepe ademhaling.
- Regel een goed zicht, ongeveer loodrecht op het werkveld, door draaiingen in 3 verschillende richtingen van het hoofd van de patiënt, in horizontale ligpositie. Ook bij een behandeling in de onderkaak.
- Gebruik een werkafstand van normaliter 35 – 40 cm tussen werkveld en ogen c.q. bril, uitgaande van een juist gecorrigeerd zicht.
- Houdt het polsgewricht steeds in een neutrale stand, met de hand in het verlengde van de onderarm.
- Hoe meer kracht nodig is, hoe belangrijker een neutrale stand is.
- Hoe groter de afwijking van de neutrale stand: hoe groter het risico van klachten.

8.3 Wijze van vasthouden van een instrument

- Houd instrumenten vast met de toppen van duim, wijs- en middelvinger, waardoor een driepuntscontact ontstaat. Duim en wijsvinger bevinden zich ongeveer recht tegenover elkaar rond het handvat, de middelvinger op de schacht meer naar het werkzame uiteinde van het instrument. Verder maakt het instrument bewegelijk contact met de bovenzijde van de wijsvinger.
- Het driepuntscontact is een voorwaarde voor het stabiel vasthouden van het instrument en het bewegelijk manipuleren ermee.
- Krachtsuitoefening, belasting en bewegelijkheid zijn gunstiger bij gebruik van 3 vingers voor vasthouden en manipuleren dan met 2 vingers.
- De waarneming van druk en bewegingen, dus de tactiele gevoeligheid, is gunstiger als resultaat van een geringere krachtsuitoefening bij gebruik van 3 vingers, samengaan met de lokalisatie van druk- en tastzin vooral in de toppen van de vingers. Daardoor is de precisie van werken groter.
- Houd de 3 vingers in licht gebogen stand rondom het instrument: de krachtsontplooiing van de spieren is dan optimaal en op deze wijze kan het meest flexibel met het instrument worden gemanipuleerd.
- Werk niet met gestrekte vingers want dan is de krachtsuitoefening 50 % geringer.
- Wissel indien mogelijk het gebruik van instrumenten af.

8.4 Bewegen met een instrument

- Zorg voor ontspannen zitten rechtop in een stabiele zit als basis voor het nauwkeurig hanteren van een instrument en houdt het instrument met zo weinig mogelijk kracht vast.
- Vermijdt daarom een belastende houding en het met veel kracht en krampachtig vasthouden van een instrument omdat dit de precisie van werken vermindert.
- Gebruik de gehele hand, pols en onderarm als een unit om een instrument in een gunstige positie te plaatsen voor het uitvoeren van bewerkingen via bewegingen van de vingers. Dit heeft betrekking op duw-, trek- en rotatiebewegingen
- Houdt de pols hierbij steeds in een neutrale positie.
- Houdt de onderarm aan handzijde normaliter 10-15° geheven t.o.v. de horizontaal.
- Begrens bewegingen van de bovenarm tot maximaal 15-20° naar opzij en tot maximaal 25° naar voren.
- Neem voldoende rustmomenten voor ontspanning; dit is ook van belang voor ontlasting van de oogspieren.

8.5 Wijze van afsteunen van de hand

- Steun de hand af met de vierde en vijfde vinger, in gebogen stand, op een harde ondergrond t.b.v. het stabiliseren van de hand bij krachtsuitoefening en beweging. Verder voor het opvangen van de gewichten van hand, instrument, onderarm en eventueel ook bovenarm.
NB Bij een groot verschil in lengte tussen vierde en vijfde vinger is het soms niet mogelijk met beide vingers samen af te steunen.
 - De 3 vingers voor vasthouden van het instrument en de 2 vingers voor het afsteunen van de hand vormen 2 afzonderlijke blokken. Gebruik de vingerblokken voor respectievelijk vasthouden en afsteunen van het instrument òf afzonderlijk òf bij grotere kracht c.q. weinig ruimte tegen elkaar aan.
 - Houd dus alle vijf vingers in een gebogen, dus verende stand t.b.v. een gevarieerde belasting van de handspieren. Vermijd strekken en overstrekken van de vingers.
 - Kies de plaats van het steunpunt gunstig t.o.v. de plaats van het werkveld, zodat de gewenste bewegingen mogelijk zijn; en verder een goede verlichting van en ook een goed zicht op het werkveld tot stand komen.
 - Steun wanneer mogelijk met de muis van de rechter- of linkerhand af op de jukbogen van de patiënt.
 - Plaats de steunvingers zodanig dat bij een gunstige stand van handen en vingers voldoende stabiliteit wordt verkregen. Dit kan:
 - met beide vingers in de mond op tandboog of kaak;
 - met één vinger in de mond en één erbuiten;
 - met beide vingers buiten de mond op een door een benige onderlaag ondersteunde kin of wang;
 - op een vinger van de niet werkzame c.q. niet actieve hand (voor rechtshandigen een vinger van de linkerhand; voor linkshandigen omgekeerd).
- NB. Als het lastig is om goede steun te verkrijgen door gebruik van alleen de werkzame/actieve hand, gebruik dan een vinger van de niet werkzame hand om in een symmetrische houding rechtop te kunnen werken (zie fig. 9, 10 blz. 14). Voor het handhaven van deze houding kan het ook nodig zijn op de tegenoverliggende kaak af te steunen.
- Regel de plaatsing van het afsteunpunt t.o.v. het werkveld als volgt:
 - dichtbij voor een grote krachtsontplooiing;
 - wanneer mogelijk verder af, voor het verkrijgen van een beter zicht en overzicht en ook een betere verlichting.

Ga er hierbij van uit dat door de grotere stabiliteit van het afsteunen op de vierde samen met de vijfde vinger het beter mogelijk is op wat grotere afstand van het werkveld af te steunen dan bij gebruik van alleen de vierde vinger.

8.6 Positioneren van de handen symmetrisch naast elkaar

- Houdt de handen steeds op dezelfde hoogte in een symmetrische positie naast elkaar ter hoogte van het symmetrievlak (= mid-sagittale vlak), voor het handhaven van een symmetrische houding rechtop.
- Steun als rechtshandige ook altijd af met de linkerhand (voor linkshandigen omgekeerd). Gebruik bij het hanteren van een spiegel of ander instrument eveneens altijd de gemodificeerde pengreep.

9 Oefenen gebruik van de gemodificeerde pengreep

- Zorg voor het aanleren van een adequaat hanteren van de gemodificeerde pengreep. Dit vergt een onafgebroken periode van 40 dagen* met 10 minuten oefenen per dag.
*Uit onderzoek is bekend dat het in het brein mentaal vastleggen van een andere werkwijze gemiddeld 40 dagen vergt.
Bouw zo de gewenste handvaardigheid langzaam op (door het inslijpen van het motorische proces). Ook als je ervaren bent en anders gaat werken, vergt het tijd om andere spieren te leren gebruiken.
- Gebruik hiervoor een handinstrument met dik heft of een pen (bijv. Stabilo pen) met verdikt beneden gedeelte (diameter van ongeveer 10 mm) voor het vastpakken.
- Let erop te leren werken zonder de handen in het polsgewricht naar palmar of dorsaal te bewegen.
- Leer op basis van voldoende training een instrument met zo weinig mogelijk krachtsinspanning vast te houden.

Oefening 1

1. Pak het instrument vast in de gemodificeerde pengreep.
2. Houd met de andere hand de ringvinger vast en maak met de eerste drie vingers bewegingen in het verlengde van het instrument. Doe dit zo vaak dat hierbij een natuurlijk gevoel ontstaat.
3. Oefen minimaal 10 minuten per dag, over een periode van minimaal 40 dagen.
4. Gebruik de eerste 10 dagen bij het oefenen een potlood met daarover een penverdicker. Zorg dat tijdens het bewegen de vingers gebogen blijven.
5. Omklem het instrument niet met kracht.

Als de eerste oefening goed gaat, kan worden overgegaan op oefening 2.

Oefeningen volgens (Voet)³¹



Fig. 15 (bron foto: J. Wouters)

Oefening 2

- Bij deze oefening wordt de vierde vinger niet meer vastgehouden, maar worden de vierde en vijfde vinger op het tafelblad geplaatst.



Fig. 16 (bron foto: J. Wouters)

Oefening 3

- Gebruik de techniek van oefening 2 om de verschillende posities in de mond (van een vrijwilliger of een fantoomhoofd) op te zoeken.

Oefening 4

- Gebruik de gemodificeerde pengreep om verschillende handelingen in de praktijk uit te voeren.
- Houd daarbij een neutrale polspositie aan.

10 Afsluitende opmerkingen

In de tandheelkunde worden 2 grepen gehanteerd:

- de gemodificeerde pengreep, voor nauwkeurigheid vereisende verrichtingen in de mond of bij tandtechnische werkstukken;
- de palmgreep, voor meer kracht vereisende werkzaamheden.

Wanneer instrumenten in de pengreep gebruikt worden, is het noodzakelijk de gemodificeerde pengreep te hanteren. Omdat het hanteren van de gewone pengreep, waarmee iedereen heeft leren schrijven, voor het uitvoeren van tandheelkundige verrichtingen te belastend is.

De uitgangspunten voor het gebruik van de gemodificeerde pengreep zijn uitvoerig uitgewerkt, afgesloten met een globaal overzicht van hoe psychomotorische vaardigheden bij het leren hanteren van een instrument tot stand komen en verlopen. Met nadruk is het belang beschreven van een goed getraind gebruik van de gemodificeerde pengreep, met het polsgewricht in een neutrale stand, zodat musculoskeletale aandoeningen zo veel mogelijk kunnen worden voorkomen. Apart is stil gestaan bij klachten van vingers en hand.

In de handleiding zijn de richtlijnen voor een optimaal gebruik van de gemodificeerde pengreep samengevat.

Literatuur / geraadpleegde bronnen

1. Arboportaal. Repeterende handelingen: www.arboportaal.nl/onderwerpen/repeterende-handelingen: geraadpleegd 28 februari 2023.
2. Bauer C., Fürholzer W. et al. Effects of Modified Pen Grip and Handwriting Training on Writer's Cramp. Arch Phys Med Rehabil 2009; 90: 867-875.
3. Bramson JB., Smth S., Romagnoli G. Evaluating Dental Office Ergonomics, Risk factors and Hazards. JADA 1998; 129: 174-183.
4. Bruers JJM. Trommelen LECM et al. Musculoskeletale aandoeningen onder tandartsen en tandheelkunde studenten in Nederland. Ned Tijdschr Tandheelkunde 2017; 124: 124-588.
5. Canakci C., Orbak R et al. Influence of different periodontal curette grips on the outcome of mechanical non-surgical therapy. Int Dent Journal 2003; 53: 153-158.
6. Correct Modified Pen Grasp (C grasp). Hygiene Edge, 2014: https://www.youtube.com/watch?v=Z_KdBkTfcZI. Geraadpleegd 28 februari 2023.
7. Denekamp A., Hokwerda O. De noodzaak van bewegen voor een goede gezondheid tijdens de patiëntbehandeling en daarbuiten. Themadocument KEM. Kennisplatform Ergonomie voor Mondzorg. 2018.
8. Denekamp A. Hoe voorkomt u overbelastingklachten van handen en vingers?: www.dentalinfo.nl/thema-a-z/ergonomie-mondzorg/hoe-voorkomt-overbelastingsklachten-handen-en-vingers/ Geraadpleegd 28 februari 2023.
9. Denekamp A. Klachten aan pols, hand en vingers voorkomen. VVT Magazine januari 2017: 24-27.
10. Denekamp A. Hoe voorkom je ze? Klachten aan pols, hand en vingers. Dentista 2016, nr 5: 42-45.
11. Modified Pen Grasp: <https://dimensionsofdentalhygiene.com/article/getting-a-grasp> Geraadpleegd 28 februari 2023.
12. Ding H et al. Variation in work tasks in relation to pinch grip strength among middle aged female dentists. Appl Ergon 2013; 44: 977-981.
13. Dong H et al. The effect of tool handle shape on hand muscle load and pinch force in a simulated dental scaling task. Appl Ergon 2007; 38: 525-531.
14. Ergonomische tips: De gemodificeerde pengreep. www.movir.nl/zakelijk/verhalen/ergonomische-tips-voor-tandartsen Geraadpleegd 28 februari 2023.
15. Get a "Grip". Hygiene Edge, 2015: <http://www.hygieneedge.com/blog/2015/6/26/get-a-grip>. Geraadpleegd 28 februari 2023.
16. Hawn CC, Tolle SL, Darby M, Walker M. A laboratory study to determine the effects of universal and rotating ultrasonic inserts on wrist movement and scaling time efficiency of dental hygienists. Int J Dent Hygiene 2006; 4: 15-23.
17. Hayes MJ, Cockrell D, Smith DR. A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. Int Dent Hygiene 2009; 7: 159-165.
18. Hokwerda O. Werkwijze met de gemodificeerde pengreep door de tandheelkundig behandelaar, 2012. Beschikbaar via: www.tandheelkundigeergonomie.umcg.nl. Geraadpleegd 28 februari 2023.

19. Hokwerda O, Ruijter RAG. de, Denekamp A. Ergonomische werkwijze bij de patiëntbehandeling. Themadocument KEM. Kennisplatform Ergonomie voor Mondzorg 2018.
20. Instrument Grasp. Module 3. www.dentalle.com/uploads/4/7/6/0/4760000/dec_instrumentation_1.pdf. Geraadpleegd op 28 februari 2023.
21. International Standard ISO 11226. Ergonomics – Evaluation of static working postures. First edition 2000, last reviewed and confirmed in 2011. Geraadpleegd op 21-10-2018 via
22. Krom MCTFM de, Krom CJ de, Spaans F. Diagnostiek en behandeling van het carpaletunnelsyndroom. Ned Tijdschr Tandheelkunde 2009; 116: 97-101.
23. Lowe BD. Effect of carpal tunnel syndrome on grip force coordination on hand tools. Ergonomics 1999; 42: 550-564.
24. Out J. A training system for dentists. Improving the use of the dental hand piece. Master Integrated Product Design, Faculty of Industrial Design and Engineering, Technical University Delft and Center for Dentistry and Oral Hygiene, University Medical Center Groningen 2006.
25. Radwin RG, Oh S. External finger forces in submaximal five-finger static pinch prehension. Ergonomics 1992; 35: 275-288.
26. Ruijter RAG.de. Geeft op den duur het werken met handinstrumentarium, tijdens de initiële behandeling, meer klachten aan spieren en gewrichten in de hand en pols wanneer vanuit de pols i.p.v. uit de vingers gewerkt wordt? Mondhygiënist Vademecum 2012; 10, nr 7.
27. Ryan D.L et al. Effects of Ultrasoon Scaling and Hand-Activated Scaling on Tactile Sensitivity in Dental Hygiene Students. Jour Dent Hygiene 2005; 79; 1-13.
28. Sensat ML. Mastering Upper Body Mechanics. Dimensions of Dental Hygiene July 2004: 10-16
29. Simmer-Beck M, Branson BG. An evidence based review of ergonomic features of dental hygiene instruments.
30. Schneevoigt R, Reitemeier B. Zur neuromuskuläre Beanspruchung des Hand-Armsystems bei Nutzung zahnärztlicher Handinstrumente. DZZ 1997;52 (4): 275-279.
31. Voet D. Huiswerk oefeningen gemodificeerde penceep. Terzet. Verwerkt in 14: Ergonomische tips: De gemodificeerde penceep: www.movir.nl/zakelijk/verhalen/ergonomische-tips-voor-tandartsen. Geraadpleegd 28 februari 2023.
32. Wind M. Hand en polsklachten. De rol van de handtherapeut. Dentista 2018; 3: 42-44.
33. Zong-Ming L. The Influence of Wrist Position on Individual Finger Forces During Forceful Grip. Journ Hand Surg 2002; 27A: 886-896.
34. Zong-Ming L. et al. Coupling between wrist flexion-extension and radial-ulnar deviation. Clinical Biomechanics 2005; 20: 177-183.
35. Zwet M van der, redacteur. Professionele gebitsreiniging. Tweede editie. Houten: Bohn, Stafleu en van Loghum; 2011: 18 en 19; 31-38. (NB Opmerking t.a.v. afb 3.5 en afb 3.9: ook hier dient patiënt voor een goed zicht horizontaal te liggen).