

Leidt het overmatig gebruik van bruistabletten bij een gegoten prothese tot een afname in materiaalhardheid ten opzichte van een geperste prothese?

Beemsterboer-Verhagen, L., Boland-Ladage, C., Jerbic-van Gemert, I., Lantinga, S.

Samenvatting

Doel: Deze studie was gericht op het beoordelen van het effect van prothesereinigingsmiddel Steradent Triple Plus op de materiaalhardheid van een warm-polymeriserende PMMA en een zelf-polymeriserende PMMA na onderdompeling in een oplossing van het reinigingsmiddel.

Materiaal en methode: Een totaal van acht rechthoekige samples werd vervaardigd (90mm x 45mm x 10mm) uit de kunststof Vertex™Holland Rapid Simplified en uit Vertex™Holland Castavaria. De samples zijn verdeeld in vier groepen (n=2), met daarin per groep één sample van elke kunststof. De samples in de controlegroep zijn de gehele testperiode, van dertig dagen, droog bewaard. Testgroep 1 is de gehele testperiode ondergedompeld in gedestilleerd water, testgroep 2 is tweemaal daags 3 minuten ondergedompeld in een oplossing met Steradent en testgroep 3 is per dag acht uur ondergedompeld in de oplossing. Materiaalhardheden werden getest bij aanvang (T0) en na de testperiode (T30). De materiaalhardheid werd gemeten met de Barber-Colman Handheld Hardness Tester. De hardheidswaarden zijn aan een statistische analyse onderworpen door gebruik te maken van Independent Samples t-Testen en One-Way ANOVA test ($p < 0.05$).

Resultaten: De resultaten verkregen van voor en na de testperiode toonden enkel een significant verschil aan bij de testgroep waarbij er overmatige onderdompeling in Steradent heeft plaatsgevonden van de Vertex™Castavaria samples. Hoewel de hardheid van de samples in de overige testgroepen niet significant werd bevonden, nam deze wel aanzienlijk af. Bij beide controlegroepen is er een hardheidstoename geconstateerd.

Conclusie: Prothesereinigingsmiddelen kunnen de hardheid van PMMA aanzienlijk beïnvloeden en dienen voorzichtig gebruikt te worden, onafhankelijk van de gebruikte PMMA.

Trefwoorden: PMMA, prothesereiniger, materiaalhardheid

Inleiding

In Nederland zijn er circa drie miljoen prothesedragers, welke dagelijks te maken krijgen met het reinigen van de prothese (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2009). Om het orale slijmvlies in een optimale conditie te houden, is het uiteraard van groot belang dat de prothese op een juiste manier gereinigd wordt (Peracini, Davi, Ribiero, Souza, Silva, & Paranhos, 2010). Normaliter kan een prothese goed schoon gehouden worden door deze dagelijks handmatig te reinigen met een speciaal daarvoor ontworpen protheseborstel en stromend water met eventueel gebruik van milde zeep. Helaas is het handmatig reinigen niet voor iedereen een eenvoudige klus en wordt er uiteindelijk vaak naar chemische reinigingsmiddelen gegrepen door het gebruiksgemak ervan. Het gaat hier vaak om chemische reinigingsmiddelen in tabletvorm waarbij de tablet opgelost dient te worden in lauwwater en waar de prothese enige tijd in gedompeld dient te worden, volgens gebruiksvorschrift, om te desinfecteren. Bij oudere patiënten met een verminderd motorisch vermogen en bij patiënten

die lijden aan dementie of Alzheimer is het chemisch reinigen vaak de enige vorm van reiniging die gehanteerd wordt (Kulak-Özkan, Kazaoglu, & Arikan, 2002; Alam, Jagger, Vowles, & Moran, 2011). Ook wordt deze manier van gebitsreiniging door tandartsen vaak aanbevolen aan prothesedragers (Nikawa, Yamamoto, Hamada, Sadamori & Agrawal, 1995).

Naast het gebruiksgemak van chemische reinigingsmiddelen voorkomen deze middelen ook stomatitis en halitose, verwijderen ze verkleuringen die ontstaan zijn door bepaalde voedingsmiddelen en dranken, zorgen ze voor plaquevermindering en wordt de *Candida albicans* schimmel verwijderd die vaak voorkomt op de kunststofbasis bij volledige protheses (Nalbant, Kalkanci, Filiz, & Kustimur, 2008). Idealiter dient het reinigingsmiddel zijn werk te doen zonder de fysische en mechanische eigenschappen van het prothese-oppervlak te veranderen. Toch blijkt een groot nadeel van deze groep reinigingsmiddelen te zijn dat zij, naast het desinfecteren van de prothese, vaak agressief

inwerken op de kunststof (Amin, Qadir, & Akram, 2014). De sterkte van de kunststof kan hierdoor beïnvloed worden. Er zijn verschillende chemische reinigingsmiddelen op de markt, welke ook op verschillende manieren inwerken. Het meest bekende chemisch reinigingsmiddel is Steradent (Reckitt Benckiser Healthcare, Hull, UK). Dit is een alkalische peroxide welke bacteriën van de kunststofbasis verwijdert door middel van actieve zuurstof en waterstofperoxide (Fergus, Santos, Soo & Petridis, 2017).

Het veruit meest gebruikte kunststofmateriaal voor het simpel en goedkoop fabriceren van protheses in de tandtechniek is polymethylmethacrylaat, afgekort ook wel PMMA genoemd, (Eick, 1977). Het wordt via polymerisatie bereid uit de kleurloze vloeistof methylmethacrylaat (MMA). Om een zo homogeen en sterk mogelijk product te verkrijgen wordt er gebruik gemaakt van warm-polymeriserende prothesekunststof en wordt deze in een cuvet onder druk én warmte uitgehard volgens de criteria die gesteld zijn door de fabrikant. Deze manier van omzetten van kunststof wordt de perstechniek genoemd. Een te korte uithardtijd van geperste kunststof leidt tot een residu aan MMA, welke een nadelig effect heeft op de eigenschappen van de kunststof alsook het niet onder druk laten uitharden van deze kunststof (Lee, Lai, & Hsu, 2002).

Naast de perstechniek kan kunststof ook omgezet worden door middel van de giettechniek. Hiervoor wordt een zelf-polymeriserende kunststof op basis van PMMA gebruikt. In een cuvet waarin het basismodel omgeven is door agar-hydrocolloid (duplicieermassa) wordt een vloeibaar mengsel zelf-polymeriserende gietkunststof ingegoten. Het aangemengde poeder-vloeistofmengsel blijft enkele minuten vloeibaar om te gieten. Het polymeriseren vindt plaats in een hogedrukpan. In de pan kan een overdruk gecreëerd worden, welke nodig is om porositeit te vermijden. De luchtbellen die zich in de kunststofmassa bevinden worden op die manier in elkaar geperst tot een grootte waarin deze nauwelijks nog zichtbaar zijn.

Probleemstelling

De aanleiding voor dit onderzoek is de verkeerde manier van reinigen die patiënten hanteren. Er dient een juist reinigingsadvies gegeven te worden om het behoud van een goede mondgezondheid te kunnen bewerkstelligen. Patiënten komen in de praktijk vaak met de vraag of bruistabletten gebruikt kunnen worden voor een goede prothesereiniging.

Zoals al aangeven, wat er in de praktijk vaak gezien wordt, is er vaak langdurige blootstelling aan de chemische reinigingsmiddelen.

De juiste dompeltijd wordt niet aangehouden, waardoor de kunststof langdurig een overmaat aan reinigingsmiddelen kan absorberen. Opmerkelijk is het wel, dat in andere onderzoeken omtrent dit onderwerp de gebruiksvoorschriften aangehouden worden die de fabrikanten vastgesteld hebben. In de praktijk hoort men vaak dat de prothese 's nachts in het reinigingsmiddel ondergedompeld wordt. Dit is veel langer dan dat er vanuit de fabrikant voorgeschreven wordt, maar het is een interessant punt om mee te nemen in een onderzoek en te testen. Amin, Akram en Shaikh (2015) hebben in hun onderzoek aangetoond dat de materiaalsterkte afneemt na reiniging of desinfectie van de prothese bij gebruik van een chemisch reinigingsmiddel. Het is dus van belang dit uit te zoeken voor de patiënten.

Er is beperkte informatie over de invloed van een reinigingsmiddel op PMMA welke vervaardigd is door middel van verschillende omzettechnieken. Het doel van de huidige studie was het vastleggen van het effect van het Steradent reinigingsmiddel op een onder druk geperste én een gegoten PMMA, waarbij er een grotere hoeveelheid MMA in de kunststof achterblijft, van eenzelfde merk kunststof.

Onderzoeksvraag en hypothese

De onderzoeksvraag voor dit onderzoek luidt: *'Wat is de invloed van het gebruik van bruistabletten op de materiaalhardheid van een prothese vervaardigd door middel van de perstechniek én een prothese vervaardigd door middel van de giettechniek?'*

De hypothese die door de onderzoekers aangenomen wordt, is dat de materiaalhardheid een grotere afname vertoont bij een gegoten prothese wanneer er overmatig gebruik wordt gemaakt van bruistabletten.

Methode

Om een eenzelfde uitkomst te verwachten is in dit onderzoek de focus gelegd op het meten van de materiaalsterkte van warm-polymeriserende kunststof en zelf-polymeriserende kunststof van eenzelfde merk. De componenten van beide kunststoffen vertonen een grote overeenkomst, zodat grote verschillen uitgesloten kunnen worden. Als prothesekunststof is hierbij gekozen voor de warm-polymeriserende kunststof van Vertex™Holland Rapid Simplified en de zelf-polymeriserende gietkunststof Vertex™Holland Castavaria. Het in-vitro experimenteel onderzoek is uitgevoerd gedurende dertig dagen.

Tabel 1. Technische specificaties materialen fabrikant

	Vertex™Holland Rapid Simplified	Vertex™Holland Castavaria
Mengverhouding	1 : 2.4 (v:p)	1 : 1.8 (v:p)
Buigsterkte	85.2 MPa	79 MPa
Waterabsorptie	22.5 µg/mm ³	23.2 µg/mm ³
Oplosbaarheid	0.11 µg/mm ³	1.8 µg/mm ³
LOTnr. vloeistof	XR421L04	XG253L07
LOTnr. poeder	XG264P04	XG253P01

Sample voorbereiding

In totaal zijn er acht rechthoekige testsamples vervaardigd met afmetingen van 90mm lang, 45mm breed en 10mm dik. De afmetingen voldoen aan de eisen die zijn vastgesteld volgens de International Organization for Standardization (ISO). Om de hardheid van prothesekunststoffen vast te kunnen stellen dient er gebruik gemaakt te worden van de ISO-2039 gestandaardiseerde procedures.

Vier rechthoekige testsamples zijn gemaakt door middel van een mal van gips waarbij de warm-polymeriserende kunststof van Vertex™Holland Rapid Simplified erin geperst is. Deze groep testsamples zullen het verdere onderzoek 'Testsample Perskunststof', afgekort TP, genoemd worden. De vier rechthoekige testsamples zijn gemaakt door middel van een mal van agar-hydrocolloïd vol te gieten met de zelf-polymeriserende gietkunststof van Vertex™Holland Castavaria. Deze groep testsamples 'Testsample Gietkunststof' wordt afgekort tot TG. De mengverhouding van het poeder en de vloeistof van de testsamples en het polymeriseren zijn volgens de instructies van de fabrikant uitgevoerd. Na het polymeriseren zijn de testsamples uit de mal gehaald en zijn ze getrimd met behulp van een slijpmachine met een diamantschijf en gepolijst. Op de testsamples zijn 2 rijen van 5 markeringen aangebracht in de vorm van een stip met een witte marker met een onderlinge afstand van 15mm. Er zijn in totaal 10 stippen aanwezig op de testsamples. Hierna zijn de testsamples 24 uur in gedestilleerd water bij kamertemperatuur gelegd.

Om te bepalen wat de verscheidene bewaar- en reinigingsmethodes voor invloed kunnen hebben op de kunststoffen is er gekozen voor één controlegroep en drie testgroepen:

- Controlegroep 1: droog bewaren
- Testgroep 1: bewaren gedestilleerd water
- Testgroep 2: Steradent normaal gebruik
- Testgroep 3: Steradent overmatig gebruik

Nulmeting en behandeling reinigingsmiddel

Voorafgaand aan het onderzoek heeft er een nulmeting plaatsgevonden waarbij de hardheid van alle acht testsamples met de Barber-Colman Handheld Portable Hardness Tester model GYZJ-934-1 is gemeten op de bovenste rij 5 gemarkeerde stippen (T0).

Bij de in dit onderzoek gebruikte hardheidsmeter werd onder ferme druk een punt in de sample gedrukt, waarna de punt terugloeg en de gemeten Barber-Colman hardheidswaarde afgelezen kon worden als piekwaarde. De punt diende hierbij loodrecht op het oppervlak te staan om nauwkeurigheid van de meting te waarborgen. Het bereik van de Barber-Colman Tester loopt van 0-100 Barcol, waarbij een grotere piekwaarde een hogere hardheid van het materiaal weergeeft.

In iedere afzonderlijke groep zit één TP en één TG. Controlegroep 1 is de gehele onderzoeksperiode, van dertig dagen, droog bewaard in een glazen houder bij kamertemperatuur. Testgroep 1 en de overige twee testgroepen zijn in hun eigen houders geplaatst welke gevuld zijn met gedestilleerd water. Testgroep 1 is de gehele testperiode bewaard gebleven in enkel gedestilleerd water om de invloed van de opname van water door het kunststof prothesemateriaal te kunnen beoordelen.

Bij de andere twee testgroepen is er gebruik gemaakt van twee houders per testgroep. De samples van de testgroepen zijn ook in hun eigen houder opgeslagen met enkel gedestilleerd water, maar in de overige houders is per testgroep een tablet reinigingsmiddel toegevoegd aan 200ml gedestilleerd water. Deze houder met het opgeloste reinigingsmiddel is iedere testdag opnieuw gevuld, zodat er met een optimaal werkend product getest werd.

De samples uit de testgroep 2 zijn, op aanbeveling van de fabrikant, tweemaal daags drie minuten per keer ondergedompeld in het reinigingsmiddel Steradent Triple Action Plus en na onderdompeling gewassen met gedestilleerd water en weer opgeslagen in hun eigen houder met enkel gedestilleerd water. Dit proces is dertig dagen herhaald.

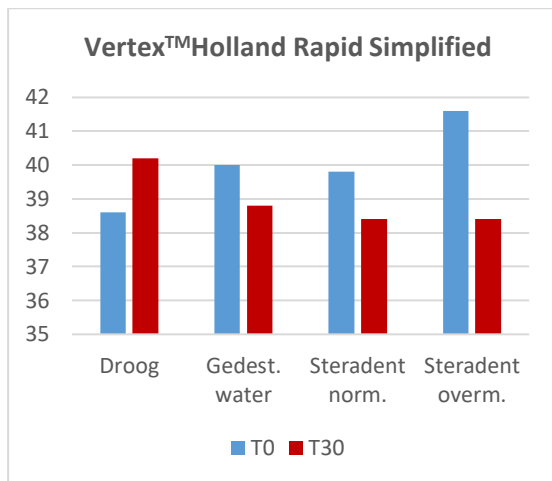
De samples uit de testgroep 3 zijn 's nachts 8 uur ondergedompeld in het reinigingsmiddel Steradent Triple Action Plus en na onderdompeling gewassen met gedestilleerd water en weer opgeslagen in hun eigen houder met enkel gedestilleerd water. Dit proces is ook dertig dagen herhaald.

Tabel 2. Gemiddelde en standaarddeviatie hardheidswaarden geteste materialen geëvalueerd (Barcol)					
Behandelmethode					
Product		Droog	Ged. water	Steradent normaal	Steradent overmatig
		Gemiddelde ± SD	Gemiddelde ± SD	Gemiddelde ± SD	Gemiddelde ± SD
Vertex™Rapid Simplified TP	T0	38.6 ± (1.8)	40.0 ± (0.0)	39.8 ± (1.1)	41.6 ± (3.0)
	T30	40.2 ± (1.3)	38.8 ± (1.7)	38.4 ± (1.5)	38.4 ± (2.1)
Vertex™Castavaria TG	T0	37.3 ± (1.6)	36.8 ± (0.4)	37.6 ± (1.7)	41.6 ± (3.4)d
	T30	38.8 ± (0.5)abc	36.5 ± (0.5)a	35.9 ± (1.6)b	36.5 ± (0.7)cd

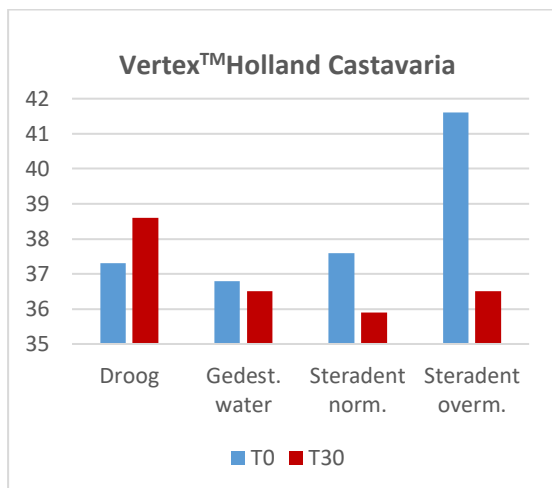
Independent Samples t-Test. Eenzelfde letters geven een statistisch significant verschil weer, $p < 0.05$.

Statistische analyse

Na 30 dagen zijn alle 8 testsamples met de Barber-Colman Hardheid Tester gemeten op de onderste rij 5 gemarkeerde stippen. (T30). De data zijn verwerkt en geanalyseerd in het programma SPSS-versie 25 (IBM, New York, NY, VS). De Independent Samples t-Test en One-Way ANOVA test werden gebruikt om significantie aan te kunnen tonen. Een P-waarde van < 0.05 werd als statistisch significant beschouwd. De resultaten van de Independent Samples t-Testen zijn uiteengezet in Tabel 2. Om de data eenvoudiger in beeld te brengen zijn deze hieronder afzonderlijk per getest materiaal omgezet in grafieken (1,2).



Grafiek 1. Verschil gemiddelde hardheden TP



Grafiek 2. Verschil gemiddelde hardheden TG

Resultaten

Uit de bovenstaande gegevens uit de Independent Samples t-Testen die er uitgevoerd zijn blijkt dat er enkel een statistisch significant verschil is bij het overmatig gebruik van Steradent bij Vertex™Holland Castavaria ($p < 0,05$). Bij de t-Testen zijn de uitkomsten op T30 vergeleken met de beginwaarden op T0. In alle andere groepen zijn er wel verschillen in hardheid terug te vinden, maar deze zijn als niet significant te beschouwen ($p > 0,05$). Bij alle testgroepen is er een afname van de hardheid terug te zien ten opzichte van de basiswaarden. Bij de controlegroep is terug te zien dat de hardheid toegenomen is. De afname in hardheid bij de testgroepen met gedestilleerd water is niet statistisch significant, maar het water heeft wel invloed op de materiaalthardheid.

De verschillen in hardheidsafname in de testgroepen en de hardheidtoename in de controlegroep zijn ook terug te zien bij Vertex™Holland Rapid Simplified. Echter, hier is geen enkel significant verschil aangetoond tussen T0-T30 ($p > 0,05$).

De gegevens verkregen uit de One-Way ANOVA test, waarbij er een Post Hoc Tukey HSD-analyse is uitgevoerd, zijn samengevoegd bij de gegevens van de T-Testen. Er geldt voor Vertex™Holland Castavaria dat er een significant verschil tussen de vier groepen is op gemiddelde hardheidscore $F(3,16) = 1.270$, $p = 0.002$. Uit de Post Hoc-analyse blijkt dat alle groepen significant van elkaar verschillen, waarbij de controlegroep het laagst scoort en testgroep 1 het hoogst. Voor Vertex™Holland Rapid Simplified geldt $F(3,16) = 7.792$, $p = 0.318$. Er is hierbij geen significant verschil tussen de vier groepen.

Discussie

Naar aanleiding van de resultaten voortgekomen uit dit onderzoek, kan de hypothese aangenomen worden dat de hardheid van kunststof (Vertex) beïnvloed wordt door het prothesereinigingsmiddel Steradent. Het reinigingsmiddel, een alkalische peroxide, werd op twee verschillende kunststoffen van eenzelfde merk getest. Deze alkalische peroxide-oplossing combineert alkalische detergenten, welke de oppervlaktespanning verminderen, en middelen als natriumperboraat of

percarbonaat. Deze zorgen ervoor dat er zuurstof uit de oplossing vrijkomt. Op die manier vindt er zowel mechanische als chemische reiniging plaats door middel van de vrijgekomen zuurstofbellen die langs het prothese-oppervlak bewegen (Cakan, Kara, & Kara, 2015). Deze vrijgekomen actieve zuurstof in de oplossing gaat een reactie aan met de vrije radicalen die zich in de monomeer binnenin de prothese bevinden (Porwal, Khandelwal, Punia & Sharma, 2017). Bij polymerisatie volgens de giettechniek wordt de zelf-polymeriserende gietkunststof Vertex™Holland Castavaria aangemaakt volgens de verhouding 1 : 1.8 (vloeistof : poeder). Dit verschilt met de mengverhoudingen van kunststof die gebruikt wordt bij de perstechniek. Bij de perstechniek wordt een mengverhouding bij Vertex™Holland Rapid Simplified aangehouden van 1 : 2.4 (vloeistof : poeder).

Het is duidelijk dat de grotere afname van de materiaalhardheid van de samples gietkunststof kan worden toegeschreven aan het grotere gehalte (rest)monomeer welke zich nog in de kunststof bevindt. Er zijn meer vrije radicalen aanwezig die een zuurstofverbinding aangaan met het vrijgekomen actieve zuurstof in de oplossing.

De moleculen die opgenomen worden tussen de polymeerketens veroorzaken zwelling van het netwerk waardoor de polymeerketens, die na polymerisatie van de kunststof zijn ontstaan, verder van elkaar af kunnen gaan staan. De prothesekunststof zwelt hierbij op. Het uit elkaar gaan staan van het polymeernetwerk leidt uiteindelijk tot een vermindering van de materiaalsterkte, de indrukbaarheid wordt immers groter. Dit blijkt ook uit onderzoek van Amin et al. (2014) waar door de langdurige blootstelling aan chemische reinigingsmiddelen er absorptie plaatsvond van componenten uit deze prothesereinigingsmiddelen door het polymeernetwerk van de prothesekunststof.

De verkregen resultaten van het huidige onderzoek vertonen hetzelfde beeld en indiceren dat de beide geteste kunststoffen soortgelijk reageren op het reinigingsmiddel. Er zitten uiteraard wel verschillen in de materiaaleigenschappen. De gietkunststof heeft een lagere buigsterkte (het materiaal is minder hard), een verhoogde waterabsorptie (maakt ook het materiaal zachter) en een hogere oplosbaarheid van het materiaal. De beginwaarden van de gietkunststof zijn daardoor minder gunstig dan die van perskunststof.

In dit onderzoek is ook de invloed van gedestilleerd water op de materialen onderzocht, in tegenstelling tot andere studies (Ozyilmaz & Akin, 2019; Porwal et al., 2017), omdat er in overweging moet worden

genomen dat ook hierdoor er structurele veranderingen in de materialen kunnen plaats vinden. Uit de verkregen resultaten blijkt dat het gebruik van water ook voor een afname in hardheid zorgt. Gegevens van de fabrikant (Tabel 1) weergeven een klein verschil in hardheid na opslag in gedestilleerd water bij beide materialen. Vertex™Holland Rapid Simplified heeft een lagere waterabsorptiewaarde vergeleken met Vertex™Holland Castavaria. Dit behoort te resulteren in een lagere gemiddelde hardheidsafname bij Vertex™Holland Rapid Simplified, maar dat is niet terug te zien in de resultaten van dit onderzoek. Om de invloed van gedestilleerd water en de waterabsorptie exact te kunnen bepalen is het aan te bevelen om in vervolgonderzoeken de testsamples voorafgaand aan het uit te voeren onderzoek te wegen. Shah, Bulbule, Kulkarni, Shah, & Kakade (2014) hebben de waterabsorptie in hun onderzoek onderzocht en hebben hierbij de testsamples voorafgaand aan de studie gewogen om de opname aan te kunnen tonen. Dit geeft uiteraard meer uitsluitsel over de exacte wateropname van de kunststof.

Voor dit onderzoek is er gebruik gemaakt van gedestilleerd water, daar de samenstelling ervan constant en zeer zuiver is. Normaliter wordt er bij de prothesereiniging kraanwater gebruikt, waarin zich anorganische zouten en vele andere organische stoffen in bevinden. In dit onderzoek is de invloed van deze stoffen uitgesloten, zodat de hardheid hier niet door beïnvloed wordt. Er kunnen bij het gebruik van kraanwater bij thuisgebruik nevenreacties plaatsvinden. In vervolgonderzoeken kan het gebruik van kraanwater getest worden, maar dit wordt geen sinecure daar de hardheden van kraanwater in Nederland per provincie verschilt en er zelfs na werkzaamheden aan het waternet veranderingen in samenstelling plaats kunnen vinden (RIVM, 2012).

Deze studie kent nog een aantal beperkingen. Zo is er geen rekening gehouden met het effect van verschillende temperaturen van de voorbereide chemische oplossing die dagelijks gemaakt werd. Er is gekozen voor handwarm water, daar dit in de gebruiksaanwijzing wordt aangegeven. Het is voor iedere gebruiker weer anders hoe handwarm water geïnterpreteerd wordt. Om het onderzoek nauwkeuriger uit te voeren kan er gebruik gemaakt worden van houders waarin de watertemperatuur constant gehouden en gemeten wordt.

Daarnaast waren de oppervlakken van de in de studie gebruikte testsamples vlak waardoor deze niet de oppervlaktestructuur van een gebitsprothese nabootsen.

Normaliter heeft een prothese niet over het gehele oppervlak eenzelfde dikte. Een in-vitro onderzoek heeft als nadeel dat het effect van speeksel niet mee genomen is (als in een in-situ onderzoek). Om dit onderzoek te verbeteren kan op bovenstaande punten het onderzoek aangepast worden.

Conclusie

Binnen de beperking van deze studie kan geconcludeerd worden dat prothesereinigingsmiddelen de oppervlaktehardheid van PMMA aanzienlijk verminderen. Alle testgroepen vertoonden een afname van de materiaalhardheid na de dertig dagen testperiode, waarbij van beide materialen de testgroepen die behandeld zijn met Steradent een groter verschil hadden dan de testgroep met enkel gedestilleerd water. De afname van de hardheid bij overmatig gebruik van Steradent Triple Plus is bij de gietkunststof Vertex™Holland Castavaria statistisch significant. Prothesereinigingsmiddelen moeten zorgvuldig gebruikt worden en zeker niet overmatig afhankelijk van het vervaardigingsproces van de prothese.

Referentielijst

- Alam, M., Jagger, R., Vowles, R., & Moran, J. (2011). *Comparative stain removal properties of four commercially available denture cleaning products: an in vitro study*. *International Journal of Dental Hygiene*, 9(1), 37-42.
- Amin, F., Qadir, F., & Akram, S. (2014). *Impact strength of acrylic resins after storage in denture cleansers*. *Pakistan Oral and Dental Journal*, 34(4), 735-738.
- Amin, F., Akram, S., & Shaikh, A.A. (2015). *Denture cleansers affect the mechanical behavior of heat polymerized acrylic resins*. *Journal of the Pakistan Dental Association*, 24(2), 87-92.
- Cakan, U., Kara, O., & Kara, H.B. (2015). *Effects of various denture cleansers on surface roughness of hard permanent reline resins*. *Dental Materials Journal*, 34(2), 246-251.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2010, 25 maart). *Gebruik medische voorzieningen; 1981 t/m 2009* [Dataset]. Geraadpleegd op 22 april 2020, van <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7042MC&LA=NL>
- Eick, J.D. (1977). *Biological properties of denture base resins*. *Dental Clinics of North America*, 21(2), 459-464.
- Fergus, C., Santos, M., Soo, S., & Petridis, H. (2017). *The effect of different chemical intra-oral prostheses cleansers on the surface properties of Parylene-coated PMMA*. *Dental Materials Journal*, 36(2), 129-134.
- Kulak-Özkan, Y., Kazaoglu, E., & Arikan, A. (2002). *Oral hygiene habits, denture cleanliness, presence of yeasts and stomatitis in elderly people*. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(3), 300-304.
- Lee, S.Y., Lai, Y.L., & Hsu, T.S. (2002). *Influence of polymerization conditions monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin*. *European Journal of Oral Science*, 110(2), 179-183.
- Nalbant, A.D., Kalkanci, A., Filiz, B., & Kustimur, S. (2008). *Effectiveness of different cleaning agents against the colonization of candida spp and the in vitro detection of the adherence of these yeast cells to denture acrylic surfaces*. *Yonsei Medical Journal*, 49(4), 647-654.
- Nikawa, H., Yamamoto, T., Hamada, T., Sadamori, S., & Agrawal, S. (1995). *Cleansing efficacy of commercial denture cleansers: ability to reduce Candida albicans biofilm activity*. *The International Journal of Prosthodontic*, 8(6), 527-534.
- Ozyilmaz, O.Y., & Akin, C. (2019). *Effect of cleansers on denture base resins' structural properties*. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 17(1).
- Peracini, A., Davi, L.R., Ribiero, N.G., Souza, R.F., Silva, C.H.L., & Paranhos, H.F.O. (2010). *Effect of denture cleansers on physical properties of heat-polymerized acrylic resin*. *Journal of Prosthodontic Research*, 54(2), 78-83.
- Porwal, A., Khandelwal, M., Punia, V., & Sharma, V. (2017). *Effect of denture cleansers on color stability, surface roughness, and hardness of different denture base resins*. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 17(1), 61-67.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM (2014). *De staat van het drinkwater in Nederland 2012*. Geraadpleegd op 21 april 2020, van <https://www.rivm.nl/documenten/staat-van-drinkwater-in-nederland-2012>
- Shah, J., Bulbule, N., Kulkarni, S., Shah, R., & Kakade, D. (2014). *Comparative evaluation of sorption, solubility and microhardness of heat cure polymethylmethacrylate denture base resin & flexible denture base resin*. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(8), ZF01-ZF4.