

Sterkte- en botingroei-aspecten van poreus acrylcement

Citation for published version (APA):

Ypma, J. F. A. M., Slooff, T. J. J. H., & Huisjes, H. W. J. (1987). Sterkte- en botingroei-aspecten van poreus acrylcement. In *Instituut Orthopaedie : jubileumbundel / Ed. T.J.J.H. Slooff* (blz. 398-402). (Instituut Orthopaedie : jubileumbundel / Ed. T.J.J.H. Slooff, 1987). Katholieke Universiteit, Sint-Radboudziekenhuis.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1987

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

STERKTE- EN BOTINGROEI-ASPECTEN VAN POREUS ACRYLCEMENT

Dr. J. Ypma, Prof.Dr. T.J.J.H. Slooff, Prof.Dr.Ir. R. Huiskes
afd. Orthopaedie
Sint Radboudziekenhuis, Nijmegen.

Inleiding

De introductie van acrylcement in de heupendoprothese-chirurgie (Charnley, 1960) resulteerde in een aanzienlijke verbetering van de prothesefixatie. Het cement vult de ruimte op tussen de prothese en het botbed en leidt tot een gelijkmatige verdeling van de heupbelasting over het botbed. Nadelige effecten zijn de hoge polymerisatiewarmte van het cement (Feith, 1975) en de cytotoxische werking van de monomeren, die versterkt kan worden door de polymerisatiewarmte (Huiskes, 1980).

Deze effecten kunnen voor een deel verantwoordelijk zijn voor de loslating van de endoprothese (10-20% per 10 jaar, Müller, 1974). Het is ook mogelijk dat de remodelering van het bot op grond van de verandering van het spanningspatroon na endoprothese-plaatsing een factor van betekenis is voor deze loslating.

De Wijn, Feith en Slooff (De Wijn, 1976; Feith, 1975) bereikten een verlaging van de polymerisatietemperatuur door mengen van het cement met een waterig gel op basis van Carboxy Methyl Cellulose (CMC). Dit gel vormde een poriënstructuur waarin, onder bepaalde omstandigheden, weefselingroei optrad.

Het doel van deze studie (Ypma, 1981) was te onderzoeken of dit poreuze gelcement voldoende sterk is voor de fixatie van de totale heupprothese bij de mens en hoe de biologische reacties op implantatie van dit cement zijn.

De biologische reacties en mechanische eigenschappen werden bestudeerd in een serie experimenten waarbij de totale heuparthroplastiek met poreus cement bij het schaap werd uitgevoerd (experiment 1). Daarna volgde analyse van de prothesefixatie met poreus cement in een fysisch model van het menselijk femur onder cyclische belasting (2).

Materiaal en methode, 1

De onderzochte soorten cement zijn: massief cement, 50 volume-% poriëncement, 35 volume-% poriëncement en 50 volume-% poriëncement zonder prothese. Verder werd nog een groep bestudeerd met gebruikmaking van het 50 volume-% poriëncement, waarbij de metalen prothese vooraf is afgeslankt en vervolgens voorzien van een laag acrylcement; op deze wijze werd het poreuze cement in een gebied gebruikt waar minder hoge spanningen onder belasting optreden. In het bovenvermelde gelcement is de poriëngrootte 200 - 1.000 μm .

In het dierexperiment is gekozen voor het schaap. Een van de redenen voor deze keuze is dat bij het schaap wat de vorm afmeting en belasting van de heup betreft de spanningen in het materiaal waarschijnlijk vergelijkbaar zijn met die bij de mens. In het diermodel zal daarom het cement gelijk belast worden als in de mens (mogelijk zelfs hoger). 33 Schapen werden geopereerd, verdeeld over de bovengenoemde groepen. Opoffering na een periode van zes weken, drie maanden, zes maanden en één jaar. In de postoperatieve fase werd een gradering gemaakt van de functie en het röntgenbeeld en de histologie na opoffering. Een en ander werd statistisch bewerkt.

Resultaten, 1

Het poreuze botcement (alle groepen) toont geen nadelige weefselreacties. Vreemdlichaamreuscellen en macrofagen zoals bij het massieve cement op de botcement-interface voorkomen, worden bij het poreuze cement niet gezien. Dit kan wijzen op een betere acceptatie van de oppervlaktevorm van het poreuze cement en op een betere fixatiestabiliteit.

Alle poreuze cementgroepen geven ten opzichte van het massieve cement een essentieel ander beeld op de bot-cement-interface. De peri-implantaire bindweefsellaag zoals die bij het massieve cement wordt gevonden, is niet aanwezig bij de poreuze cementgroepen.

Het poreuze cement vertoont na zes weken een beginnende botingroei. Na zes maanden heeft deze ongeveer zijn maximum bereikt, waarna stabilisatie optreedt. De ingroei bedraagt gemiddeld 2 mm en is in praktisch alle groepen gelijk. Deze ingroei kan een belangrijke bijdrage leveren aan de verankering van de bot-cement-interface.

In tegenstelling tot het massieve cement kan er bij poreus botcement herstel van de cement-bot-interface optreden door botgroei.

Botingroei wordt niet gerealiseerd tot aan de prothesesteel. Op de prothese+cement+interface treden de hoogste spanningen op (Huiskes, 1980); dit betekent dat het poreuze cement op zich (zonder botingroei) sterk genoeg moet zijn.

Het 50 volume-% poriëncement toont een significant onvoldoende fixatie ten opzichte van het massieve cement. Het 35 volume-% poriëncement toont een betere fixatie dan de 50% groep. Dit geldt ook voor de 50% groep met gecoatete prothesesteel. Deze verschillen zijn echter niet statistisch significant.

Materiaal en methode, 2

In het tweede experiment wordt gebruik gemaakt van een fysisch model van het menselijk femur, waarvan de geometrie in axiale en buigflexibiliteit overeenkomt met die van de mens (Ypma, 1981).

Onder cyclisch belasten kunnen in de cementlaag spanningen gesimuleerd worden zoals ze bij de mens voor kunnen komen. Een en ander werd gerealiseerd in een daartoe geconstrueerde heupsimulator (Ypma, 1981), waarin de genoemde cementgroepen werden onderzocht volgens een kortduurende belastingstest en een daarop volgende cyclische duurbelasting.

Resultaten, 2

Uit deze experimenten werd geconcludeerd dat differentiatie tussen verschillende cementgroepen mogelijk is. Het 50% poriëncement faalt onder de gegeven belasting. Het 35% poriëncement toont enige "setting" van de prothese en mogelijk "instuik-effect" van het cement, maar blijft in principe intact en reageert wat stijfheid betreft hetzelfde als het massieve cement. Het 50% poriëncement met gecoatete prothesesteelgroep demonstreert het nut van deze massieve pre-coating van de prothesesteel. Observatie van het cement in de na de test opengezaagde modellen bevestigt de resultaten van de meting.

Conclusies

1. Het gekozen diermodel levert reproduceerbare gegevens over de biologische reacties van het poreuze botcement en over de sterkte-karakteristiek van dit cement. Het fysisch femur-model (zelfde omstandigheden als na totale heupvervangning bij de mens)

levert eveneens reproduceerbare bevindingen met betrekking tot de sterkte van dit poreuze cement.

2. Sterkte van het poreuze cement:

- a. Cement met 50% porositeit is niet voldoende sterk in het dieren fysisch model.
- b. Cement met 35% porositeit scoort in het diermodel beter dan 50%, maar dit is niet significant. In het fysisch model echter zijn de stijfheid en de sterkte-karakteristieken van het 35% cement nagenoeg die van massief cement.
- c. Het cement met 50% porositeit gecombineerd met een voorgecoate prothesesteel levert een niet significant betere fixatie op dan het 50% cement in het diermodel. In het fysisch model echter is de stijfheid van dezelfde grootte-orde als die van massief cement.

3. Biologische reacties:

- a. Het poreuze botcement laat betrekkelijk snel botingroei zien (gemiddeld meer dan 2 mm) in alle groepen. Dit vergroot wel het contactoppervlak en levert een verbeterde fixatie op de cement-bot-interface. Op de plaats van de hoogste spanningen, de prothese-cement-overgang, levert dit geen bijdrage aan de fixatie.
 - b. Vreemdlichaamreuscellen en macrofagen zoals gevonden bij de botcement-interface van het massief cement, worden bij het poreuze cement niet gezien. De peri-implantaire laag van bindweefsel is in de poreuze cement-groepen nauwelijks aantoonbaar.
4. Met betrekking tot conclusie 2 en 3 moet verder onderzoek naar de toepasbaarheid van poreus cement verricht worden op het 35 volume-% poreus cement. Het risico van loslating kan bovendien worden verminderd door gebruik van een prothese die leidt tot de mogelijk laagste stress-concentraties. Met name coating van de prothesesteel met massief acrylcement kan hierbij behulpzaam zijn.

Literatuur

- Charnley J (1960) Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur, *J.Bone Joint Surg.*, 42B, 28
- Feith R (1975) Side-effects of acrylic cement implanted into bone, *Acta. Orthop. Scand. Suppl.*, 161
- Huiskes R (1980) Some fundamental aspects of human joint replacement (analysis of stresses and heat conduction in bone-prosthesis structures), *Acta Orthop.Suppl.* 185
- Wijn JR de (1976) Polymethylmetacrylate-aqueous phase-blends: In situ curing porous materials, *J.Biomed.Matter.Res.* 10, 625
- Ypma JFAM (1981) Strength and ingrowth aspects of porous acrylic bone cement. Thesis.