

Oorspronkelijke bijdragen

Hoe werken schroeven in de orale implantologie (zich los)?

M.S. Cune¹
J.C. Wouts²

Uit 'de vakgroep Mondziekten,
Kaakchirurgie en Bijzondere
Tandheelkunde van de Universiteit
Utrecht, en 'de firma DYNA Dental
Engineering BV te Bergen op Zoom.

Trefwoorden: Implantologie –
Suprastructuren – Biomechanica

Datum van acceptatie: 19 november 1997.

Adres: Dr. M.S. Cune,
Universiteit Utrecht,
postbus 80.037,
3508 TA Utrecht.

Samenvatting. In de orale implantologie worden schroefvormen veel toegepast als methode voor het onderling verbinden van de diverse componenten van een implantaatsysteem. Zo blijven componenten voorwaardelijk demontabel. Dit artikel ordent enkele theoretische en praktische achtergronden die ten grondslag liggen aan de duurzaamheid van schroefverbindingen in het algemeen en binnen de tandheelkundige implantologie in het bijzonder.

CUNE MS, WOUTS JC. Hoe werken schroeven in de orale implantologie (zich los). Ned Tijdschr Tandheelkd 1998; 105: 122-125.

1 Inleiding

Een prothetische restauratie op implantaten is meestal opgebouwd uit een aantal componenten die door middel van schroefvormige verbindingen met elkaar zijn verbonden. Zo'n verbinding maakt de constructie de- en remontabel om onderdelen te kunnen vervangen en reinigen, om de constructie makkelijker en goedkoper aan te passen of om de implantaten op individuele immobiliteit te kunnen controleren. Het semipermanente karakter van dergelijke verbindingen is dus aantrekkelijk, maar deze laatste moeten wel duurzaam en stabiel zijn onder functionele belasting. Helaas blijkt dat bij suprastructuren op implantaten met enige regelmaat zich problemen voordoen van mechanische aard: schroeven raken toch los, ze verslijten of breken zelfs (Naert, 1992; Chan *et al*, 1996; afb. 1 en 2).

Dergelijke prothetische complicaties vergen extra stoeltijd, geven extra en onverwachte kosten, berokkenen soms onherstelbare schade aan het implantaat, maar veroorzaken bovendien ergernis bij patiënt en behandelaar.

De vraag is of het loskomen van schroefvormige verbindingen bij implantaatgedragen constructies te voorzien en mischien ook te voorkomen is. Om inzicht te verkrijgen in de factoren die bij het mechanisch gedrag van dergelijke verbindingen een rol kunnen spelen, is het nodig om tandheelkundige kennis en principes te bundelen. Dit artikel vormt daartoe een eerste aanzet.

2 Enkele theoretische achtergronden

2.1 Moment of torsiemoment

De onderdelen van een implantaatsysteem worden gefixeerd met een bepaald moment of torsiemoment, uitgedrukt in Ncm of cNm. Door de schroef strakker aan te draaien treedt er meer elastische deformatie op van de schroef en van de interne schroefdraad van het implantaat. De schroef wordt fractieel langer en door de elastische vervorming en de reactiekracht op de verschillende onderdelen dientengevolge worden de onderdelen van een systeem, bijvoorbeeld abutment en implantaat, naar elkaar toe getrokken en onder spanning gehouden (Jörnégus *et al*, 1992; Haack *et al*, 1995; Sakaguchi en Borgerson, 1995). Dit fenomeen heet *voorspanning*. Hoe gro-

ter het torsiemoment dat wordt aangebracht en dus de bereikte spanning, des te moeilijker is de schroef weer los te draaien (Burguete *et al*, 1994).

Er worden in de orale implantologie twee constructief verschillende uitvoeringen van een schroefverbinding toegepast. Waarschijnlijk de meest toegepaste is een schroef, die door de suprastructuur in het implantaat is geschroefd. De suprastructuur zelf bevat geen interne schroefdraad. Het uitdraaimoment is hierbij volledig afhankelijk van de in de schroef aangebracht spanning (afb. 3a).

Bij de tweede uitvoering is de schroefdraad aangebracht aan de suprastructuur zelf. Hierbij wordt niet gebruikgemaakt van een losse schroef. Het uitdraaimoment is niet alleen afhankelijk van de spanning in de schroefdraad, maar ook van de wrijving tussen de aansluitrand van de suprastructuur en het implantaat (afb. 3b). Bij enkele implantaatsystemen is deze rand aanzienlijk vergroot door een conische vorm van de hals van het implantaat (afb. 3c). Een conische vorm van minder dan acht graden blijkt bovendien zelfborgend te zijn (Sutter *et al*, 1994). Er ontstaat een zeer nauw contact, een soort koud-las tussen implantaat en abutment.

2.2 Voorspanning en krachten

Het torsiemoment veroorzaakt een voorspanning in de schroef; des te groter het torsiemoment, des te groter de voorspanning en des te stabielere de verbinding. Helaas is het uitdraaimoment van een schroefverbinding begrensd, onder andere door het uitdraaimoment van het implantaat, maar ook door de afmetingen en het materiaal van de schroefdraad (Carr *et al*, 1995).

De materiaaleigenschappen bepalen onder andere de mate en de tijdspanne waarin, door continu belasting, elastische, plastische en vermoeidheidsdeformatie en slijtage van de schroef en het implantaat optreden. De voorspanning moet ruimschoots onder de rekgrens van het gebruikte materiaal blijven. Als de rekgrens wordt overschreden door de voorspanning of onder belasting van de schroefdraad, treedt er een plastische (permanente) vervorming op waardoor de voorspanning in zijn geheel wegvalt of breuk optreedt. Het wegvalen van de voorspanning resulteert in het loskomen van de schroef.

Verder mag het niet voorkomen dat de belasting van het

systeem, bijvoorbeeld tijdens kauwen, zo groot wordt dat deze de voorspankracht opheft. Er moet dus altijd resulterende klemkracht aanwezig blijven.

2.3 Geometrie van de schroef en wrijving

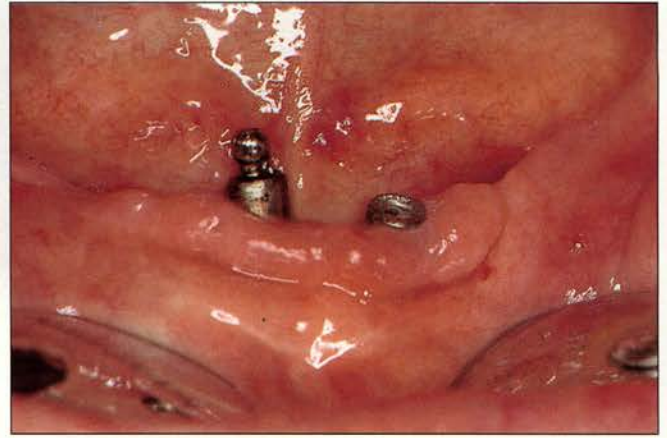
De grootte van het losdraaimoment wordt voor een belangrijk deel bepaald door de configuratie van de schroef. De axiale afstand tussen twee opeenvolgende schroefgangen wordt de 'spoed' (Engels: 'pitch') genoemd. Als de moer één slag wordt gedraaid, verplaatst deze zich dus in axiale richting over een afstand die gelijk is aan de spoed. Die afstand is vervolgens weer gerelateerd aan de hellingshoek van de schroefwinding. Voor het al of niet loskomen van een schroef is de grootte van de wrijvingscoëfficiënt in relatie tot de grootte van de spoed van belang. Zonder wrijving komt iedere schroef los. Door een kleinere spoed te kiezen, een fijnere schroefdraad dus, wint de verbinding aan stabiliteit omdat het effect van wrijving dan groter is.

De grootte van de wrijvingscoëfficiënt wordt voornamelijk bepaald door de materiaal- en oppervlaktekarakteristieken van de schroef en het implantaat enerzijds en de aanwezigheid van smeermiddelen anderzijds. Eén en ander impliceert dat er vanwege hun onderscheidende geometrie en toegepaste materialen voor verschillende implantaatsystemen verschillende optimale torsiemomenten bestaan.

3 Maatregelen tegen loskomen

De vormgeving van de schroef en het implantaat zijn elkaars inverse. Vanzelfsprekend leiden geometrische verschillen boven de tolerantiegrens tot oncontroleerbare frictie en een moeilijk te (re-)demonteren prothetische constructie. Denk hierbij aan een schroef met een te kleine moer. Dit principe wordt toegepast door een teflon stiftje door de schroef aan te brengen dat aan beide zijden uitsteekt. Het torsiemoment dat benodigd zal zijn om zo'n schroef de eerste keer los te draaien is groter dan de daarop volgende keren. De antagoneerende oppervlakken passen steeds beter, ze vervormen. Dit geldt in mindere mate ook voor gouden en titanium schroeven.

Er bestaat een zekere mate van tolerantie tussen implantaatonderdelen. De onvoldoende pasvorm van onderdelen en pasvorm van de suprastructuur laten rotatie van de componenten ten opzichte van elkaar toe en worden in de literatuur als oorzaak voor het loskomen genoemd (Kallus en Bessing, 1994). Er is een relatie tussen speling en loskomen van de schroef (Binon *et al*, 1996a,b). Als echter de hals van een



Afb. 1. Afgebroken drukknoop-attachement.

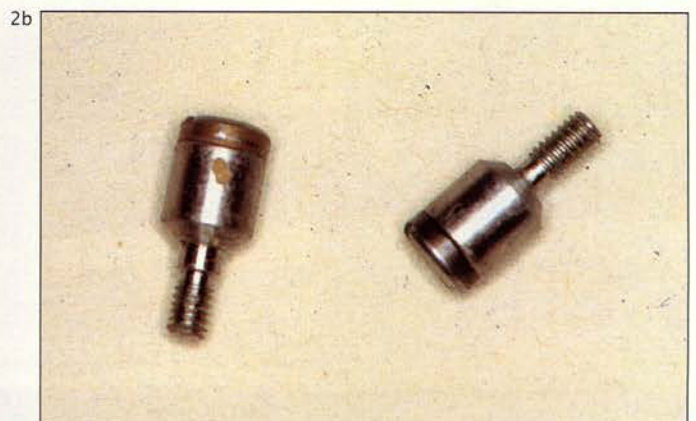
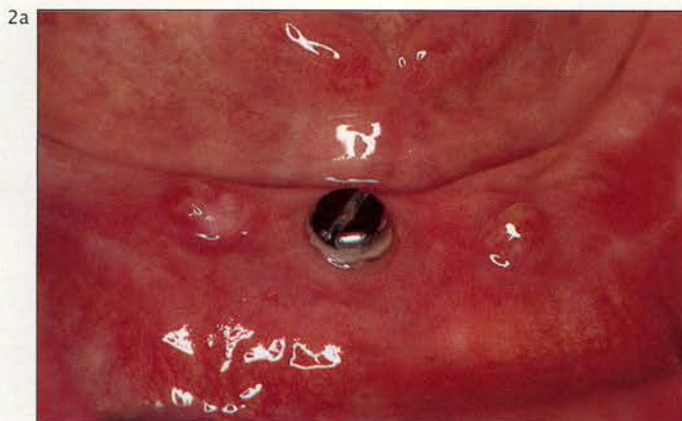
schroef niet kan bewegen in zijn 'huis', dan wordt extra frictie verworven (afb. 4).

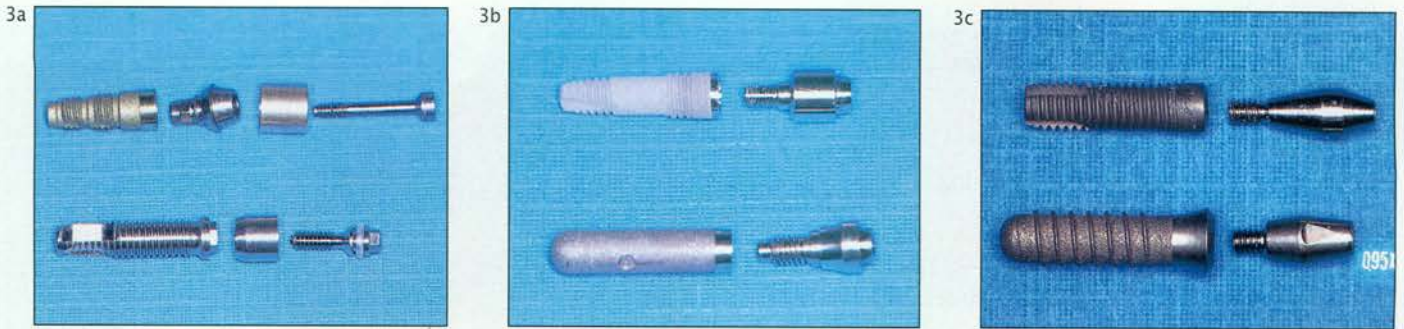
De grootte van de wrijvingscoëfficiënt is sterk afhankelijk van de aan- of afwezigheid van smeermiddelen. Olie maakt een schroefverbinding uitermate instabiel! Lak of cement daarentegen stabiliseren een schroefverbinding aanzienlijk (Breeding *et al*, 1993), maar hebben, gezien het gewenste demontabel zijn van de prothetische constructie niet de voorkeur. Van belang voor de klinisch tandheelkundige situatie zijn vooral speeksel en bloedresten. Mogelijk dat speeksel wrijvingverlagend en (geronnen) bloedresten juist wrijvingverhogend werken. Vooral bij tweefase-implantaatsystemen is het welhaast onmogelijk om volledig vochtvrij te werken. Toch moet hiernaar worden gestreefd, ook al omdat een droog 'milieu-interieur' van het implantaatsysteem een minder gunstige omgeving vormt voor een pathogene orale microflora. Door percolatie van micro-organismen langs naden, ongeacht bij welk merk implantaat, kunnen peri-implantaire infecties in stand worden gehouden (Quirynen *et al*, 1994, Jansen *et al*, 1997).

4 Schroefverbindingen in de praktijk

De vraag is natuurlijk enerzijds wat het minimale torsiemoment is om de verbinding onder fysiologische belasting stabiel te doen zijn, dat wil zeggen: hij komt niet los, en anderzijds wat in de praktijk een veilig maximaal torsiemoment kan zijn. Is het moment te groot, dan treedt plastische deformatie op en gaat de voorspanning verloren. Reden waarom een gebroken abutmentschroef zich theoretisch gemakkelijk uit een implantaat laat verwijderen. In de praktijk blijkt dit nog wel eens tegen te vallen, waarschijnlijk omdat de schroef zich in de

Afb. 2. Losse magneettafels.





Afb. 3. Implantaat en prothetische componenten van twee verschillende implantaatsystemen met een abutment zonder interne schroefdraad (a). Implantaat en prothetische componenten van twee implantaatsystemen met schroefdraad aan het abutment (b). Implantaat en abutment van twee implantaatsystemen met een conische implantaathals (c).

moer vreet. Komt een schroef herhaaldelijk los, dan verdient het aanbeveling hem te vervangen. Ook al omdat niet valt uit te sluiten dat plastische deformatie reeds heeft plaatsgevonden en aanleiding kan geven tot breuk van de schroef in de toekomst.

Ook mag dat torsiemoment natuurlijk niet het verbreken van het contactoppervlak tussen implantaat en kaakbot en daarmee verlies van het implantaat tot gevolg hebben. De kritische grens is afhankelijk van het grensoppervlak in aard en omvang. In een experiment met een humane vrijwilliger werden drie implantaten met tegengestelde torsie verwijderd. Het hiervoor benodigde torsiemoment varieerde van 45-58 Ncm (Sullivan *et al*, 1996). Geeft een patiënt pijn aan bij het monteren van een abutment dan is de osseo-integratie van het implantaat in het geding of heeft nooit plaatsgevonden.

Eerder werd besproken dat voor een maximale, veilige voorspanning een optimaal en veilig torsiemoment bestaat, dat onder andere afhankelijk is van het gebruikte materiaal, de aanwezigheid van eventuele smeermiddelen en de geometrie van de schroef. Dit optimale torsiemoment is dus voor de diverse implantaatsystemen per definitie verschillend. Onafhankelijk van het implantaatsysteem is de behandelaar echter niet in staat om met behulp van bij verschillende implantaatsystemen behorende schroevendraaiers een voldoende grote en consistente torsiëkracht op de schroef uit te oefenen (Del-linges *et al*, 1993; Jaarda *et al*, 1993; Goheen *et al*, 1994). Het is onder andere afhankelijk van het al dan niet gebruiken van (bevochtigde) handschoenen en van de ervaring van de tandarts met implantaten (Jaarda *et al*, 1993). Voor de hoogte van een maximaal torsiemoment dat met duim en wijsvinger kan worden bereikt, speelt bijvoorbeeld de vorm van de schroevendraaier een belangrijke rol; hoe groter de diameter van de kop, c.q. het handvat, des te groter zal het over te brengen maximale torsiemoment zijn.

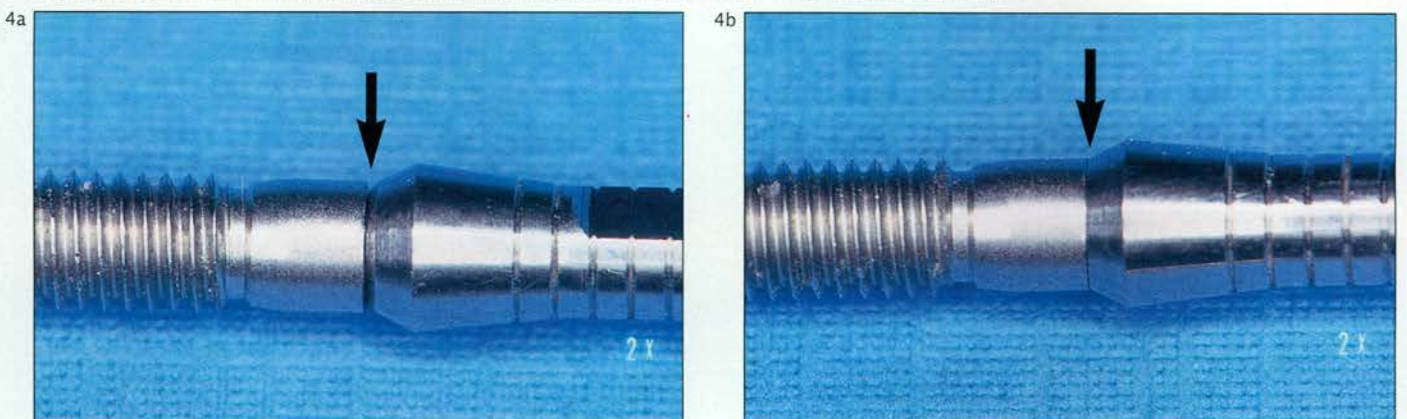
De industrie springt op deze zaken in, bijvoorbeeld door

het aangeven van een montage methode en optimale torsiemomenten. Er is echter aanzienlijke variabiliteit tussen tandartsen bij de interpretatie van een term als 'handvast draaien'. Er zijn ook leveranciers die momentsleutels bieden waarmee een van te voren ingesteld torsiemoment op de schroef kan worden overgebracht. Er bestaan verschillende typen: momentsleutels die omknikken en sleutels die bij gebruik aangeven wat het aangebrachte moment is. Het is de vraag of dit type handinstrumentarium geijkt zou moeten worden. Door slijtage en corrosie van onderdelen van de sleutel ten gevolge van gebruik en sterilisatie, bijvoorbeeld van de veer, bestaat de mogelijkheid dat het gewenste torsiemoment op termijn niet meer wordt gehaald of juist ver wordt overschreden. Een momentsleutel die dat probleem niet kent is een commercieel verkrijgbare sleutel waarbij een kunststof, vervangbaar onderdeel breekt als het juiste torsiemoment is bereikt. Ten slotte kan soms roterend instrumentarium zo worden ingesteld dat het slijpt als het juiste torsiemoment is bereikt. Deze methode lijkt het meest betrouwbaar (Wicks *et al*, 1994).

5 Slot

Door de specifieke eigenschappen van een schroef is deze zeer geschikt om onderdelen voorwaardelijk demontabel te verbinden. Diverse systeemgebonden en niet-systeemgebonden factoren spelen voor de stabiliteit van zo'n verbinding een rol. Voor verschillende implantaatsystemen gelden onderscheiden optimale torsiemomenten, die de verbinding stabiliteit verlenen. Met gewone schroevendraaiers lukt het niet om die torsiemomenten consistent aan te brengen, zodat speciaal instrumentarium – waarmee tevoren ingestelde torsiemomenten kunnen worden uitgeoefend – moet worden gebruikt om te voorkomen dat schroeven zich loswerken of breken. Van groot belang is dat zoveel mogelijk vochtvrij wordt gewerkt.

Afb. 4. Initiële spleet tussen implantaat en abutment (a) die bij het aandraaien van de fixatieschroef verdwijnt (b).



Literatuur

- BINON PP. The effect of implant/abutment hexagonal misfit on screw joint stability. *Int J Prosthodont* 1996a; 9: 149-160.
- BINON PP. The effect of eliminating implant/abutment rotational misfit on screw joint stability. *Int J Prosthodont* 1996b; 9: 511-519.
- BREEDING LC, DIXON DL, NELSON EW, TIETGE JD. Torque required to loosen single implant abutment screws before and after simulated function. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 435-439.
- BURGUETE RL, JOHNS RB, KING T, PATTERSON EA. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 592-599.
- CARR AB, LARSEN PE, PAPAIOGLOU E, MCGLUMPY E. Reverse torque of screw-shaped implants in baboons: baseline data for abutment torque application. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 167-174.
- CHAN FWY, JOHNSTON C, HOWELL RA. A retrospective study of the maintenance requirements associated with implant stabilised mandibular overdentures. *Eur J Prosthodont Dent* 1996; 4: 39-43.
- DELLINGES MA, TEBROCK OC. A measurement of torque values obtained with hand-held drivers in a simulated clinical setting. *J Prosthodont* 1993; 2: 212-214.
- GOHEEN KL, VERMILYEA SG, VOSSOUGH J, AGAR JR. Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 149-155.
- HAACK JE, SAGUCHI RL, SUN T, COFFEY JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 529-536.
- JAARDA MJ, RAZZOOG ME, GRATTON DG. Providing optimum torque to implant prostheses: a pilot study. *Implant Dent* 1993; 2: 50-52.
- JANSEN VK, CONRADS G, RICHTER EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 527-540.
- JÖRNEUS L, JEMT T, CARLSSON L. Loads and designs of screw joints for single crowns supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 169-178.
- KALLUS T, BESSING C. Loose gold screws frequently occur in full-arch fixed prostheses supported by osseointegrated implants after 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994; 9: 169-178.
- NAERT I. A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part I: prosthetic aspects. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 949-956.
- QUIRYNEN M, STEENBERGE D VAN. Microbial penetration along the implant components of the Brånemark system. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 234-244.
- SAKAGUCHI RL, BORGERSON SE. Nonlinear contact analysis of preload in dental implant screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 295-302.
- SULLIVAN DY, SHERWOOD RL, COLLINS TA, KROGH PHJ. The reverse-torque test: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 179-185.
- WICKS RA, DERIJK WG, WINDELER AS. An evaluation of fit in osseointegrated implant components using torque/turn analysis. *J Prosthodont* 1994; 3:

Summary

MECHANICAL PRINCIPLES OF SCREW-JOINT CONNECTIONS IN DENTAL IMPLANTS

Key words: Dental implants – Suprastructures – Biomechanics

Screw-joint connections are commonly used in oral implantology as a means of connecting various components of an implant system. This article discusses some theoretical and clinical principles with respect to the efficacy of screw-joint connections in general and of dental implants in particular.