

Therapie na replantatie hand/vinger(s)

Ton AR Schreuders

Introductie

Al in 400 AD is door Romeinse chirurgen geprobeerd om een geamputeerd been te replanteren. Met de patiënt liep het niet goed af en, zoals dat ging in die tijd, met de chirurgen ook niet. Sinds de ontwikkelingen op het gebied van de microchirurgie, die het mogelijk maakte om bloedvaten te repareren zijn de laatste 30 jaar vele replantaties met succes verricht.

replantatie casuïstiek

Een jongeman van 16 jaar gaat tijdens zijn schoolvakantie in een timmerbedrijf werken als schoonmaker. De tweede dag loopt hij in de buurt van een cirkelzaagmachine schoon te maken. De mouw van zijn trui raakte verstrikt in het ronddraaiende zaagblad. Zijn hand valt aan de andere kant van de machine op de grond. Het duurde een paar seconden voordat hij zich realiseerde wat er gebeurd was en roept om hulp. Dezelfde avond werd de hand gereplanteerd, waarbij de ulna werd ingekort en het distale deel van de ulna op de radius werd gefixeerd met een schroef. Patiënt was behoorlijk van streek en werd met kalmeringsmiddelen en pijnstillers (morphinepomp) behandeld. Na 5 dagen werd een spalk gemaakt en zag hij voor het eerst zijn hand en maakte zich veel zorgen dat hij niets voelde. Voorzichtige actieve oefeningen werden begonnen. Na enkele weken was er al een redelijke excursie, maar had hij veel pijn van de verspringende ulna (piano-toets) bij het pro-en supineren. Een tubigrip-bandage gaf enige verlichting. Na enkele maanden was deze pijn verminderd, maar stonden de hyperaesthesien op de voorgrond. De sensibiliteit herstelde zich daarna redelijk, alhoewel er een duidelijke misrepresentatie was. Motorisch was er meer activiteit van de ulnaris spieren dan van de medianus. Na een jaar werd besloten om een transpositie van de FDS van de ringvinger te doen waardoor de oppositie van de duim zou verbeteren. Na 2 jaar was de knijpkracht ongeveer 50% van de dominante hand. Er was protective sensibiliteit aanwezig. Koude intolerantie was na twee jaar nog steeds een probleem.

Een replantatie spreekt tot de verbeelding. Het is dikwijls een sensationeel verhaal voor omstanders en in de eerste plaats natuurlijk ook voor de patiënt. In het nieuws eindigt het verhaal vaak met 'de hand is er weer aangenaaid', maar dat is slechts het begin van een lange, moeizame revalidatie die maanden in beslag zal nemen. De eerste dagen zijn voor de patiënt buitengewoon spannend. De patiënt heeft in deze tijd dikwijls een bijzonder stressvolle tijd waarin het ongeval soms in nachtmerries herhaalde malen wordt beleefd.

Ondanks de moderne mogelijkheden is replanteren niet altijd mogelijk of gewenst. In de eerste plaats is het afhankelijk van hoe het geamputeerde deel is bewaard. Ideaal is het om het droog te bewaren in een schone (steriele) beker, welke afgesloten in een bak met smeltend ijs ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) wordt gezet. Op deze manier kan er tot 10 uur na het trauma nog gereplanteerd worden. Het record schijnt 54 uur te zijn (van der Wilde 1992). In het geval dat het geamputeerde deel niet gekoeld is, moet er binnen 6 uur gereplanteerd zijn. Andere factoren welke een rol spelen bij het wel of niet replanteren zijn: aard van het letsel (scherp of crush), leeftijd patiënt, algemene lichamelijke gesteldheid. Het uiteindelijk

resultaat is ook gerelateerd aan het niveau van de amputatie. De ongunstigste situatie is een amputatie waarbij de MCP of de PIP gewrichten beschadigd zijn.

Wanneer een enkele vinger wordt gereplantateerd leidt dit niet altijd tot tevredenheid van de patiënt (Goel et al 1995). Meestal zal een enkele vinger die proximaal van het PIP is geamputeerd niet gereplanteerd worden omdat de prognose van de mobiliteit slecht is. Daarentegen zal een duim, hoe klein het geamputeerde deel ook is, bijna altijd gereplanteerd worden. Relatieve contra-indicaties zijn (Tubiana 1988): ernstige crush-avulsie, multi-trauma, ernstige ziekte, psychologisch instabiele patiënten, enkele vinger amputatie proximaal van de FDS insertie en lange ischaemie tijd.

Na amputatie, maar ook bij congenitale afwezigheid van een duim, zijn er nog vele andere mogelijkheden om een duim te reconstrueren (Morrison 1992). Bijvoorbeeld door het gebruiken van een teen of door pollicisatie van de wijsvinger. De nabehandeling van een teen-duim transplantaat is nagenoeg identiek aan die van replantaties.

In dit artikel is met name het replantatie-protocol van Buncke (1991,1996) gehanteerd. Kennis van bestaande protocollen die gebruikt worden bij de nabehandeling van fracturen, artrodeses, pees- en zenuwletsel zijn nodig om de nuanceverschillen met het replantatie protocol te kunnen herkennen.

Bloedvaten en circulatie

Het herstel van de circulatie, de re-vascularisatie, is vanzelfsprekend allesbeslissend in de eerste dagen na een replantatie. Trombose en een beperkte veneuze afvoer zijn, naast infecties, de belangrijkste oorzaken voor het mislukken van de replantatie. Er wordt naar gestreefd om, in de verhouding, twee venen op één arterie, de circulatie van het replantaat te herstellen.

Verhoogde druk in de arm of hand, doordat stugge fasciebladen of huid niet voldoende meegeven, kan de bloeddorstrooming verhinderen en leiden tot compressie syndromen. Om die reden worden er dikwijls preventief, fasciectomien gedaan van de verschillende compartimenten in de onderarm, carpale tunnels, maar ook de compartimenten van de interossei in de hand (Rowland 1993). Ook wordt er veelvuldig extra huid ingevoegd door middel van bv een huidtransplantaat.

De eerste 3-5 dagen wordt de circulatie constant gemeten dmv bv Doppler en temperatuur metingen aan de geamputeerde hand of vinger. Een huidtemperatuur van 30°C is optimaal. Ter voorkoming van vasoconstrictie wordt het warm houden van de arm en hand bijzonder serieus genomen en is rust in de eerste 3-5 dagen voorgeschreven. Tevens zal de patiënt zich enkele weken aan een dieet moeten houden: geen koffie, niet roken (van Adrichem 1992), geen koolzuurhoudende dranken etc. Chronische stress heeft ook een negatief effect op het herstel, maar dat was al langer bekend (Salomo ± 990 BC). Medicatie is gericht op het behandelen en voorkomen van infecties en pijn. Soms worden er ook bloedverdunners en vasodilatoren gegeven.

De circulatie wordt door de chirurg verder beoordeeld, de therapeut signaleert en rapporteert elke verandering onmiddellijk. Een te bleke of juist te donkere kleur kan een symptoom zijn van gestoorde arteriele aanvoer. Tijdens de eerste dagen zal er niet al te agressief geeleveerd mogen worden omdat dit de circulatie teveel kan belasten. Om de circulatie te beoordelen kan de capillary refill-test gedaan worden; na het bloedleeg drukken moet er een snel herstel zijn van de roze kleur. Vaker zijn er daarentegen, proble-

men als gevolg van een verminderde veneuze afvoer waardoor de vinger/hand donker rood en gezwollen is. In dat laatste geval zal de patiënt geadviseerd worden om de hand veelvuldig te eleveren. In een uiterst geval kunnen er zelfs bloedzuigers op de gestuwde delen geplaatst worden (Baudet 1991).

De pijn, als gevolg van de koude intolerantie, kan maanden aanhouden. Meestal is er een langzame verbetering in de loop van de twee jaren na replantatie, daarentegen kan er nog vele jaren daarna pijn aanwezig zijn (Povlsen 1995).

Spalk

Het is gebruikelijk dat er enkele dagen na de operatie aan de therapeut gevraagd wordt om een spalk te maken. Het doel van de spalk is om bescherming te geven tegen ongewenste bewegingen die de gehechte structuren zouden kunnen beschadigen. Een ander doel is om contracturen te voorkomen. De spalk mag op geen enkele manier druk geven op de plaatsen waar de vaat-anastomosen lopen. Brede en zachte fixatie banden moeten worden gebruikt. De stand van de gewrichten in de spalk wordt in overleg met de chirurg bepaald. Meestal zal er gekozen worden voor een intrinsieke plus positie van de vingers: de MCP's in 45°-50° flexie, de IP's volledig gestrekt en de pols in neutraal stand.

De spalk moet, zeker in de eerste dagen, regelmatig gecontroleerd worden vanwege het risico van drukplekken en beklemmingen. Tevens moet er rekening gehouden worden met de sensibele uitval. In het algemeen mogen er tijdens de therapie geen vasospasme opwekkende prikkels zoals door pijn, koude en stress optreden.

Fracturen in- en extra articulaire

Om geen spanning op de herstelde neuro-vasculaire anastomosis te hebben zal de chirurg meestal het bot voor een deel inkorten. Dat betekent dat de vinger meestal 0,5-1 cm wordt ingekort en als het een onderarm amputatie betreft zelfs 2-4 cm. Bij een avulsie wordt meestal nog een groter deel verwijderd.

Als er een amputatie door een gewricht is geweest kan er soms direct een gewrichtsprothese, zoals bv een Swanson spacer, geplaatst worden of in een uiterst geval een artrodese verricht worden.

De chirurg zal er altijd naar (moeten) streven om de botdelen dusdanig te fixeren dat er direct onbelast actief bewogen kan worden. De consolidatie van de fracturen echter, is door de gestoorde circulatie ernstig vertraagd. Consolidatie kan twee keer zo lang duren in vergelijking met een fractuur waarbij de vascularisatie intact is gebleven.

Pezen

Er is lange tijd discussie geweest of, bij een doorsnijding van zowel de FDS als de FDP, het beter zou zijn om alleen de FDP te repareren (Steichen 1988). De redenatie was dat wanneer de FDS verwijderd werd er meer ruimte voor de FDP zou zijn. Tegenwoordig zullen bijna altijd beide pezen gerepareerd worden omdat het verwijderen van de FDS beschadiging van de bloedvaten (vincula) en het egale glijvlak voor de FDP veroorzaakt. Naast krachtverlies door het verwijderen van de FDS, kan de FDP in een later stadium mogelijk ook als donor dienen voor een transpositie.

In Nederland wordt de nabehandeling van buigpeesletsels meestal gedaan volgens het zogenaamde Kleinert regime (Soeters et al 1995). Met tractie, door middel van een elastiek aan de vinger, wordt de flexorpees minimaal belast terwijl er wel voldoende excursie

plaatsvindt om adhaesies te voorkomen. De laatste jaren zijn er, ook vanwege verbeterde hechttechnieken, experimenten gedaan die een grotere belasting van de gehechte pees toelaten (Becker 1979). Het direct actief bewegen van de gelaedeerde pees (Early Active Motion) is al in 1979 onderzocht en lijkt de toekomstige manier van nabehandelen te gaan worden.

Bij een amputatie zijn meestal zowel de flexor als de extensor gelaedeerd en zal een Kleinert-spalk uiteraard de extensoren (maar ook de dorsale neurovasculaire bundel) veel te veel belasten. Er zijn wel redenen om precies het omgekeerde te doen en het accent te leggen op het beschermen, dmv een dynamische extensie tractie (elastiek), van de veel dunnere extensoren. Desalniettemin is elke langdurige tractie op een gehechte pees, en zeker de neurovasculaire bundel, een te grote belasting. Na replantatie wordt er daarom zelden met een dynamische tractie nabehandeld, maar wordt er op een andere manier het glijden van de pezen geoefend. Tabel 1 is een vertaling van het replantatie-protocol volgens Buncke (1991, 1996):

Therapie na replantatie vinger protocol volgens Buncke

- dag 0-4**
 - warm houden replantaat
- dag 4-10**
 - elevatie (niet te agressief)
 - afhankelijk stabiliteit circulatie: start oefenen
 - spalk: optimaal is pols in 0°, MCP in 60 ° en IP's recht
 - EPM I (actief pols flexie en extensie me ontspannen vingers)
 - Passief alle niet-aangedane gewrichten
 - Actief bewegen zolang dit geen spanning op gelaedeerde structuren geeft
- dag 10-14**
 - EPM I en II passief (van intrinsieke plus positie naar intrinsieke minus max 60°
 - flexie PIP)
 - place hold in EPM II posities
- dag 14-21**
 - actieve EPM II
- week 3-4**
 - als wond genezen is : litteken massage
 - Coban wrap
 - retrograde massage
- week 4-5**
 - Pols mag meer dan neutraal bewogen worden (?)
 - flexie en extensie van de vingers met pols in 0°
 - eventueel functionele electrostimulatie (FES)
- week 5-6**
 - multi-articulaire oefeningen
 - voorzichtige blokkeer oefeningen
 - Tendon Gliding Exercises
 - eventueel dynamische of statische spalk ter redressie contractuur en/of flexor tightness
 - lichte ADL
- week 6-8**
 - hoeft geen spalk meer te dragen
 - eventueel wel een spalk ter ondersteuning van een fractuur
 - ADL
 - eventueel ultra geluid
- week >8**
 - start voorzichtige weerstand oefeningen
 - spierversterkende oefeningen
 - sensory re-education (als protectieve sensibiliteit aanwezig)

- werk simulatie en work hardening

Doorgaans kan er enkele (3-5) dagen na een replantatie wel gestart worden met de zgn 'Early Protected Motion'(EPM) oefeningen, dwz het actief bewegen van de pols met ontspannen vingers. Door het zogenaamde tenodese effect zullen door deze polsbeweging de PIP's passief gebogen en gestrekt worden. De flexor- en extensor-pezen zullen door deze polsbeweging enigszins glijden.

De 10e-14e dag na de replantatie kan er behalve de EPM I ook de EPM II passief geoefend worden: van intrinsieke minus stand (MCP extensie, PIP max 60° flexie) naar intrinsieke plus stand. Elleboog en schouder oefeningen kunnen ook uitgebreid worden.

Er zijn centra waar gebruik gemaakt wordt van de idee dat, met name bij uitval van de intrinsieke handspieren, het gunstig zou zijn om enige mate van tenodese effect te hebben van verkorte intrinsieke spieren (Scheker 1995). Zeker als de hand meer naar 'position of injury' (klauwen) neigt, lijkt dat een bruikbare bijkomstigheid.

Van de 14e-21e dag kan er gestart worden met de actieve EPM II. Bij uitval van de intrinsieke spieren op basis van zenuw letsel of direct trauma is dit niet mogelijk en kan het alleen passief gedaan worden. Als de wonden goed genezen zijn kan het behandelen met litteken massage en retrograde massage ook overwogen worden.

Na 4-5 weken is de circulatie zodanig hersteld dat er met meer intensiteit geoefend kan worden zonder dat dat direct gevaar voor de doorbloeding oplevert. Met de behandeling van het oedeem dmv druktherapieën zoals het tapen met Coban kan nu ook begonnen worden. De mitella hoeft alleen nog maar gedragen te worden als de arm te moe wordt van het eleveren en in risicovolle omstandigheden. Te vaak wordt de hand 'weggestopt' in de mitella, wat een negatief effect heeft op de oedeem behandeling en mogelijk ook op de temperatuur van de hand. 'Mijd meer Mitellas' is het credo! Stijve schouders en pijnlijke nekken zijn nogal eens het gevolg van deze mitellas. Er kan eventueel met Functionele Electro-Stimulatie (FES) begonnen worden.

In de 5e-6e week kunnen de actieve multi-articulaire oefeningen gedaan worden om het peesglijden te stimuleren; de zgn Tendon Gliding Exercises (TGE). Als er sprake is van flexor tightness of contracturen kan overwogen worden om te starten met redressie spalken om de extensie te verbeteren

Na 6-8 weken kunnen er lichte ADL activiteiten geoefend worden en mag de spalk overdag af in een veilige omgeving.

Tussen de 8e en 12e week kan gestart worden met blokkeer oefeningen en het selectief oefenen van bepaalde spieren. Deze weerstand oefeningen moeten wel zeer geleidelijk opgebouwd worden. Immers, het herstel van de verschillende weefsels, en daarom ook de mate van de belastbaarheid is bij replantaties langzamer.

Wellicht ten overvloede: een protocol is geen kookboek, maar een leidraad. Bij elke patiënt moet opnieuw bekeken worden welke oefeningen optimaal zijn en hoe instrueerbaar hij/zij is. Een zeer nerveuze patiënt met veel pijn zal aangemoedigd moeten worden om ontspannen actief te buigen en te strekken en tussen het oefenen door te rusten. Daarentegen zal een patiënt die weinig pijn heeft en nonchalant van karakter is geremd moeten worden.

Er kunnen kanttekeningen bij het protocol van Buncke geplaatst worden, zoals bijvoorbeeld het tijdstip waar met actieve oefeningen wordt gestart (al na 10 dagen) en waar met de blokkeer- en weerstands-oefeningen (al in week 5) worden gestart. Verder lijken de EPM II oefeningen nogal complex en is het mijns insziens in de meeste gevallen beter om ook de eerste dagen na het ongeval heel voorzichtig actief te laten bewegen om toch een voldoende glijden van de pezen te realiseren.

In het algemeen geldt dat er nooit passief of actief door een weerstand heen geduwd of getrokken moet worden. Verder moet men rekening houden met het gegeven dat het voor de flexoren minder kracht kost om de vingers te buigen met een ge-extendeerde pols.

Spiere

Bij boven- en onderarm letsel zullen alle delen van de spier weggehaald worden die gevaar lopen necrotisch te worden. Spieren zijn bijzonder gevoelig voor ischaemie. Myonecrosis is bij de bovenarm amputatie een belangrijke oorzaak van het mislukken van een replantatie (Urbaniak 1993) naast het niet adequaat decomprimeren van de compartimenten. Een compartiment syndroom leidt uiteindelijk tot een Volkmannse contractuur. Wanneer er bij passief rekken pijn wordt aangegeven in de spierbuik moet men bedacht zijn op een aanwezig compartiment syndroom.

Spieren zijn moeilijk te hechten en zijn daarom uiterst kwetsbaar en zullen met de uiterste voorzichtigheid moeten worden belast.

Perifere zenuwen

Behalve dat de verminderde circulatie bij replantaties ook invloed zal hebben op het genezings-proces van de perifere zenuwen, is het bij replantaties mogelijk van groter belang dan bij geïsoleerde zenuwletsels, dat er speciale aandacht wordt besteed aan het (opnieuw) inschakelen van de gereplanteerde vinger/hand.

Uit o.a. het onderzoek van van Meeteren (1994) bij ratten blijkt ook dat het functioneel herstel van de perifere zenuw sneller is bij verhoogde fysieke belasting. Bij replantaties lijkt het ook voor de hand te liggen dat door de lange tijd van verminderde activiteit en het langzame herstel, de patiënt in een vicieuze cirkel komt van minder activiteit wat leidt tot langzamer herstel, wat weer leidt tot minder gebruik etc.

Naast het herstel van de perifere zenuw moet de therapeut zich ook realiseren dat er centraal in de motorische cortex een aantal processen plaatsvinden die invloed hebben op het herstel. Er zijn verschillende studies die aantonen dat die delen op de motorische en sensorische cortex binnen enkele uren (!) zich aanpassen aan de situatie van het verloren gegane lichaamsdeel (Merzenich 1993) en wel zodanig dat het corticale deel wat correspondeert met de vinger/hand gewoonweg verdwijnt. Na duim-reconstructies en pollicisaties bij kinderen waarbij er een congenitale afwezigheid is van de duim speelt dit probleem ook een grote rol. Hoe vroeg een kind geopereerd moet worden is daarom een bron van veel discussie.

Het heuglijke nieuws is dat de hersenen een enorme plasticiteit hebben. Dit blijkt ook uit onderzoeken (Sanes 1990, Mano 1995) welke gedaan zijn bij patiënten met een plexus-brachiales-laesie. De gedenerveerde biceps werd van een nieuwe zenuw voorzien door enkele intercostaal zenuwen van de tussenribspieren te verleggen naar de musculocutaneus zenuw in de arm. Deze patiënten leren op den duur weer hun biceps te gebruiken. Na

4-6 maanden was de activiteit van het 'intercostale spier' gedeelte in de motore cortex actief op hetzelfde moment als de biceps spier, maar kon alleen worden opgewekt in combinatie met de inademing. Na 1-3 jaar echter, bleek de biceps-activiteit niet meer gekoppeld te zijn aan de ademhaling. De activiteit in de biceps correspondeerde toen met dat deel van de motore cortex waar die normaal gelegen is.

Onderzoek bij apen met een eenzijdige plexus laesie toont ook aan dat het herstel minimaal is, waarschijnlijk omdat de aap zich met één hand uitstekend kan redden. Wanneer er echter bilateraal een plexuslaesie wordt aangebracht is het herstel van beide armen vele malen beter dan van de unilaterale plexuslaesie. Blijkbaar heeft de aap met de unilaterale laesie 'geleerd' om de verlamde arm niet meer te gebruiken. Dit fenomeen wordt weleens 'learned disuse' genoemd.

Behalve de bekende sensorische re-educatie lijkt 'motorische re-educatie' van even groot belang. Therapie moet dus in een latere fase duidelijk meer gericht zijn op het opnieuw 'inslijpen' van oude patronen. Hoe meer de hand gebruikt wordt, hoe beter het functioneel herstel. Ook in dit kader lijkt een 'mijd meer mitella' op zijn plaats, omdat de patiënt met zijn/haar hand in een mitella leert om de hand niet te gebruiken.

Evaluatie

Een algemene handfunctie analyse kan gebruikt worden. Een specifieke evaluatie methode is o.a. door Chen en Meyer (1981) voorgesteld.

Knijpkracht metingen zijn zinvol om de progressie te objectiveren en om een indruk te krijgen hoe de patiënt de hand belast. Metingen waarbij de patiënt maximaal moet knijpen moeten zeker niet voor de 4e maand gedaan worden. Bij de evaluatie van de handfunctie na replantatie moet betrokken worden: mobiliteit, sensibiliteit, spierkracht, knijpkracht, pijn, koude intolerantie, terugkeer naar werk, mogelijkheid om de hand in te schakelen in dagelijkse activiteiten, tevredenheid van patient en cosmetische aspecten.

Secundaire ingrepen

Na verloop van tijd kan de chirurg besluiten om de hand opnieuw te opereren om bepaalde functies te verbeteren zoals tenolyses en peestransposities (Brandsma et al 1995).

Samenvatting

Nabehandeling van een replantatie vraagt op enkele punten speciale oplettendheid van de therapeut. Herstel van de circulatie heeft niet alleen de aandacht in de eerste weken maar heeft ook invloed op de consolidatie en duur van herstel van alle andere structuren.

Van de pezen zijn vaak a- en anta-gonist getraumatiseerd en moet het standaard (buigpees) protocol aangepast worden. Aktieve oefeningen kunnen in de meeste gevallen eerder gestart worden, maar met weerstand oefeningen pas later. Van alle factoren die het eindresultaat negatief beïnvloeden zijn volgens Buncke het glijden van de pezen en de sensibiliteit het meest belangrijk.

Bij de nabehandeling van het perifeer zenuwletsel moet waarschijnlijk meer dan bij een gewoon perifeer letsel rekening gehouden worden met het 'learned disuse' fenomeen en zal er extra aandacht aan het inschakelen van de vinger/hand in de algemene dagelijkse activiteiten (ergotherapie) gegeven moeten worden.

REFERENTIES

- Fysiotherapie na een transplantatie van weke delen.** Geerts-Kuijper DJM, Dolder van R. Fysiopraxis 4; no 3, Feb 1995.
- Hand replantation after 54 hours of cold ischemia: a case report.** Van der Wilde RS, Wood MB, Zu ZG. J Hand Surg (Am) 17,2:pp 217-220. 1992.
- Replantation and amputation of digits: user analysis.** Goel A, Navato-Dehning C, Varghese G, Hassanein K. Am J Phys Med Rehabil 74(2) pp 134-138, 1995.
- Digital and upper limb replantation.** Buncke HJ, Valauri FA. In The Hand. Tubiana R, Saunders Comp 1988, p 987.
- Thumb reconstruction: a review and philosophy of management.** Morrison WA. J Hand Surg (Br)17;4, pp 383-390, 1992.
- Fasciotomy.** Rowland S. In Green DP, Operative Handsurgery. 3rd ed. Churchill Livingstone, pp. 565-581, 1993.
- The effect of cigarette smoking on the microvascularisation of a replantated digit.** Adrichem van LNA, Hovius SER, Strik v R, Meulen van der JC. J Hand Surg 17 (Am) 2; pp 230-233. 1992.
- Een vrolijk hart bevordert de genezing.* Salomo, Spreuken 17:22, ±990 v Chr.
- The use of leeches in distal digital replantation.** Baudet J. Blood Coagul Fibrinolysis 2 1: pp 193-196, 1991.
- Cold-induced vasospasm after digital replantation does not improve with time; A 12-year prospective study.** Povlsen B, Nylander G, Nylander E. J Hand Surg (Br) 20(2): 237-9, 1995.
- The repair of flexor tendons within the digital sheath at the time of replantation or vascularization.** Steichen JB, Powell RD, Ellstein. In The Hand, Tubiana R. Saunders Comp 1988. p 1007-1022.
- Buigen of barsten: nabehandeling van buigpeesletsels van de vingers.** Soeters JNM, Strien van G, Lucas-Boon EJ. Jaarboek Fysiotherapie-Kinesitherapie 1995, Bohn Stafleu van Loghum.
- Early active motion following a beveled technique of flexor repair: report on 50 cases.** Becker H, Orak F, Duponselle E. J Hand Surg (Am) 4;5, 1979.
- The surgical and rehabilitative aspects of replantation and revascularisation of the hand.** Buncke HJ, Jackson RL, Buncke GM, Chan SW. In Rehabilitation of the hand. Hunter J ed, 4th ed. 1996 St Louis, CV Mosby.
- Microsurgery: transplantation-replantation.** Buncke HJ. Lea and Febiger, Philadelphia London 1991. Hoofdstuk 42; p 748-759.
- Functional results of dynamic splinting after transmetacarpal, wrist and distal forearm replantation.** Scheker LR ea, J Hand Surg (Br and Eur) 20b:5: pp 584-590, 1995.
- Replantation.** Urbaniak JR. In Green DP: Operative Handsurgery. 3rd ed. Churchill Livingstone, 1993. Hoofdstuk 27.
- Modulation of peripheral nerve repair by exercise training and chronic stress in the rat.** Meeteren van NLU. Thesis Universiteit Utrecht 1994.
- Reorganization of cortical representations of the hand following alterations of skin inputs induced by nerve injury, skin island transfers, and experience.** Merzenich MM, Jenkins WM. J Hand Ther 2; p 89-104, 1993.
- Dynamic organization of primary motor cortex output to target muscles in adult rats. I. Long-term patterns of reorganization following motor or mixed peripheral nerve lesions.** Sanes JN, Suner S, Donoghue JP. Exp Brain Res 79: pp 479-491, 1990.
- Central Motor reorganization after anastomosis of the musculocutaneous and intercostal nerves following cervical root avulsion.** Mano Y. et al. Ann Neurol 38; pp 15-20, 1995.
- Present indications and contraindications for replantation as reflected by long-term results.** Chen Z-W, Meyer VE, Kleinert HE, Beasley RW. Orthop Clinics of N America 12; pp 849-870, 1981.
- De verlamde hand - Revalidatieaspecten en chirurgische mogelijkheden.** Brandsma JW, Schreuders TAR, Theuvenet W. Jaarboek Fysiotherapie-Kinesitherapie 1995, Bohn Stafleu van Loghum, p 68-82.