

Medici en precisietechnologen maken kennis

Themadag Mikrocentrum

Opereren is precisiewerk. Dat wisten we natuurlijk al, maar hoe chirurgen precisietechnologische producten toepassen in hun dagelijkse praktijk is minder bekend. En dat precisietechnologen kunnen helpen om problemen in de operatiekamer op te lossen, is niet alleen leuk, maar ook een fikse uitdaging. Dat kwam aan de orde tijdens de themadag die Mikrocentrum en NVPT op 16 september - samen met TNO, AMC en Medtronic - organiseerden met het doel een ontmoeting tot stand te brengen tussen medici en precisietechnologen. Heel verhelderend, die ontmoeting, want chirurgen vertelden vrijuit over problemen en precisietechnologische oplossingen in hun vakgebied, en over problemen die nog om een oplossing vragen. Een contact dus van twee verschillende werelden met ieder hun eigen cultuur en technologie. Zo'n themadag vraagt beslist om herhaling, maar wel met meer bijdragen uit ons vakgebied.

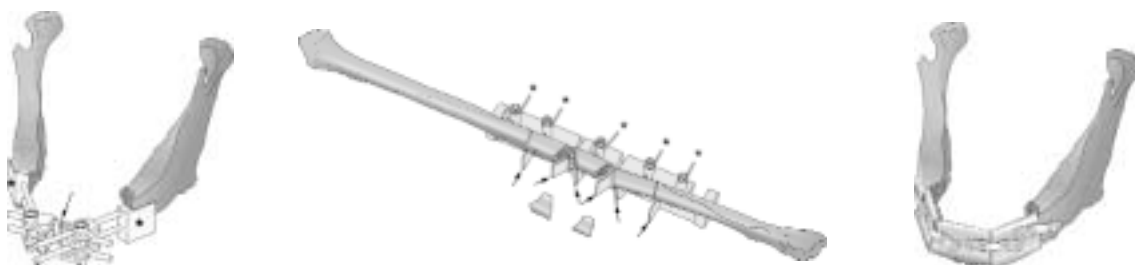
• Frans Zuurveen •

Na een welkom door Karin Mous, manager themadagen van het Mikrocentrum, spreekt Pieter Kappelhof, secretaris NVPT en dagvoorzitter, over het belang van deze hernieuwde ontmoeting van oude bekenden: medici en precisietechnologen. Kennismakelaardij oftewel 'knowledge brokerage' is een prima middel om de Willy Wortels van twee verschillende werelden bij elkaar te brengen. Innovatie begint met luisteren naar elkaar en vervolgt met het spuien van ideeën: 'Als we nu eens...'

Sleutelen aan de onderkaak

Na verwijdering als gevolg van ingroei van kankerweefsel of een ongeval, ontbreekt soms een deel van het onderkaakbeen, mandibula genaamd. Een plastisch chirurg staat dan voor de taak die kaak te reconstrueren. Daarvoor kan het kuitbeen, oftewel fibula, worden gebruikt, omdat een mens ook zonder kuitbeen door het leven kan. Simon Strackee, plastisch chirurg aan het AMC in Amsterdam, vertelt hoe hij samen met precisietechnologen gereedschap heeft ontwor-

THEMADAG MIKROCENTRUM



Afbeelding 1: Onderkaakreconstructie. Links: de pasmal, midden: de zaagmal met kuitbeen, rechts: het herstelde kaakbeen

pen om segmenten uit het (rechte) kuitbeen te zagen en zo aan elkaar te verbinden dat een - meerhoekig en bij benadering gekromd - onderkaakbeen ontstaat. Eisen daarbij zijn een minimaal aantal zaagsneden, maximale doorbloeding en een beperkte operatieduur.

Het gereedschap bestaat uit een pasmal en een zaagmal. De pasmal is opgebouwd uit een aantal segmenten, drie of meer, en wordt in de opening in het kaakbeen geplaatst, ten einde de kromming van het ontbrekende bot zo goed mogelijk te benaderen. In de scharnierpunten zijn plaatjes gemonteerd die een tweeledig doel hebben. Ze fixeren de onderlinge hoek van naast elkaar gelegen segmenten en ze geleiden in een later stadium het zaagblad. De pasmal wordt vervolgens gestrekt en in de zaagmal geplaatst. Zaagmal, zaag en kuitbeen leveren ten slotte een aantal botdelen, die samen met koppelstukken van titanium de reconstructie mogelijk maken.

Navigeren in bijholten

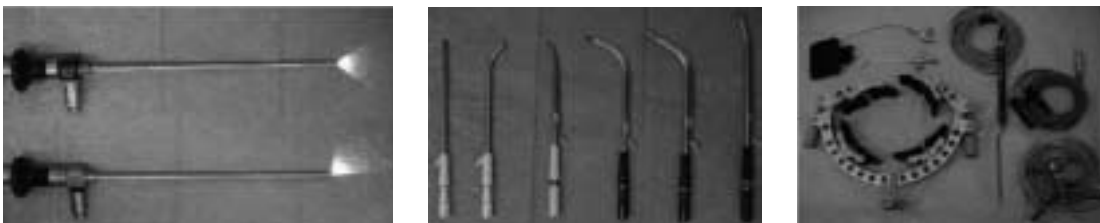
Als we geen neusbijholten hadden, zou ons hoofd een stuk zwaarder zijn en zouden we minder goed kunnen ruiken. Poliepen, ontstekingen en verwondingen maken het noodzakelijk in te grijpen in die holten, die uiterst complex van vorm zijn en bovendien naast vitale organen liggen: ogen en hersenen. KNO-chirurg Freerk van der Meulen vertelt hoe dat ingrijpen in zijn werk gaat. Vroeger gebeurde dat met chirurgisch 'hak- en breekwerk', tegenwoordig beschikt de medicus over endoscopen voor de diagnostiek en een ins-

trumentarium met motoraandrijving voor de therapie. Zo kan hij niet alleen de bijholten observeren, hij kan ze ook corrigeren en repareren door te boren, frezen, spoelen en weg te zuigen.

De geschiedenis van de endoscopie begint al in 1807 als een zekere Bozzini experimenteert met kaars en spiegel. Zeventig jaar later introduceert Nitze een systeem met lenzen en in 1952 maakt Fournier gebruik van lichtgeleiding door een kwartsstaaf. Vandaag de dag zijn endoscopen dun, vervormbaar en gekoppeld aan camera's.

Therapeutische instrumenten - oorspronkelijk afkomstig uit de orthopedie - worden via een flexibele as aangedreven door een motor met een toerental van 3000 tot 12000 omw/min. Voor het bewerken van weefsel of bot kan de chirurg aan de tip freesjes of boortjes van 2,5 tot 5 mm doorsnede bevestigen. De instrumenten zijn recht of gebogen tot een hoek van maximaal 60° en kunnen worden gekoppeld aan spoel- en afzuigsystemen.

Een probleem bij het werken met dat instrumentarium is de navigatie in het ingewikkelde schedellabyrint. Computertomografie (CT) biedt daarvoor de oplossing. De moderne Spiral CT Scan levert met een geringe dosis röntgenstraling relatief snel een driedimensionaal beeld van het inwendige van het hoofd van de patiënt - in min of meer comfortabele rugligging. Maar het CT-apparaat staat in de röntgenafdeling en het frees- en boorinstrumentarium bevindt zich



Afbeelding 2: Chirurgie van de neusbijholten. Links: een endoscoop, midden: een serie instrumenten voor boren en frezen, rechts: een schedelfixatieband met toebehoren

in de operatiekamer. Dus moeten de 3D-beelden worden opgeslagen, om in een later stadium tijdens de operatie weer te kunnen worden gebruikt. Met als probleem de referentie van de beelden van de weke delen ten opzichte van hun benige begrenzing. Daarvoor wordt een fixatieband rondom het hoofd toegepast die de CT-beelden met een nauwkeurigheid beter dan ± 1 mm, koppelt aan het vaste schedelbot.

Ondanks het feit dat het voorgaande tegenwoordig min of meer routine is, blijven er beslist nog wensen over. Want de huidige apparatuur is onhandig door een veelheid van snoeren en kabels. En doordat de beeldvorming en de operatie twee aparte procedures zijn, kost dat extra tijd en geld. Daarom wordt er door het AMC in samenwerking met Philips Medical Systems gewerkt aan een systeem met beeldvorming 'in real time'. Dat wil zeggen dat de KNO-chirurg tijdens de operatie een 3D-beeld van de schedel op een monitorscherm ziet. Verder wordt er gewerkt aan 'virtuele endoscopie', met het doel studenten beter te trainen en ook de preoperatieve planning te vergemakkelijken.

Automatisch laboratorium

Met bijna 2,5 miljoen bepalingen per jaar is het klinisch-chemisch laboratorium van de Alysis Zorggroep een vitale schakel in de zorgketen van Arnhem en omgeving. Het is met 155 medewerkers (en een bereikbaarheid van 24 uur per dag) ook een vrij grote werkgever. Van de analyses - vooral van bloed en urine - is 5 % specialistisch van aard, de rest zijn routinebepalingen. Anja Scholten, teamleider in het laboratorium, vertelt dat er na de fusie van vijf ziekenhuizen, knelpunten ontstonden in de organisatie door de snelle groei. Er waren te veel werkplekken, de analyses duurden te lang en spoedopdrachten vielen tussen wal en schip.



Afbeelding 3: Een tweetal analytische modules van het klinisch-chemisch laboratorium in het ziekenhuis Rijnstate

Dus werd er besloten tot automatisering van de routineanalyses. Dat is makkelijker gezegd dan gedaan, want het vraagt om een ingrijpende reorganisatie en hoge investeringen. Maar uiteindelijk zijn de kosten en de doorlooptijd per analyse aanzienlijk verlaagd, de veiligheid en kwaliteit verbeterd en is het aantal arbeidsplaatsen verminderd. Wel moest er veel energie worden gestoken in het hertrainen en begeleiden van analisten. Bezwaren waren en zijn de moeilijke implementatie door technische aanlooppunten en de afhankelijkheid van één firma. Al met al kan toch worden geconcludeerd dat de automatiseringsoperatie een succes is.

De natuur als inspiratiebron

Paul Breedveld is KNAW-onderzoeker in de groep Man-Machine-Systemen van de faculteit Werktuigbouwkunde van de TU Delft. Hij legt uit dat colonoscopie - inspectie van de dikke darm met een speciale endoscoop - bij de patiënt gepaard gaat met veel pijn; ondanks het op afstand sturen van de beweegbare endoscooptip, die is uitgerust met verlichting, optiek en eventueel snijinstrumentarium. De oorzaak is het 'haken' van de endoscoop achter inwendige darmuitsteeksels, waardoor de slangvormige endoscoop knikt. Bestaande darmendoscopen zijn uitgevoerd als een keten van scharnierend gekoppelde schakels met kabeldoorvoer. Deze 'slang' is weliswaar buigbaar en de tip bestuurbaar, maar kan niet worden samengetrokken of verlengd. Bovendien moeten de schakels met de hand worden gemonteerd en dat maakt zo'n endoscoop uiterst kostbaar.

Om tot een betere constructie te komen heeft Breedveld zich laten inspireren door de arm van een octopus, die buitengewoon beweeglijk is. Dat is te danken aan de opbouw in



THEMADAG MIKROCENTRUM



Afbeelding 4 Mechanismen voor colonoscopie. Links: conventioneel, midden links: doorsnede octopusarm, midden rechts: ring-spring-mechanisme, rechts kabel-ring-mechanisme

de vorm van een groot aantal langgerekte spierbundels, die zijn omgeven door rondgaande, diagonale en in de lengte lopende spieren. Het samentrekken van de spierbundels en van de in de lengte lopende spieren geeft verkorting, het samentrekken van de rondgaande spieren geeft verlenging van de arm. De spierbundels hebben bovendien een stuurfunctie.

Het resultaat van het bestuderen van een octopusarm is een nieuw 'ring-spring'-mechanisme, dat torsiestijf en buigslap is. Door middel van een viertal langskabels is de ring-spring in staat zichzelf te verlengen of te verkorten. Het mechaniek wordt nog goedkoper door het uit te voeren als een combinatie van twee coaxiale schroefveren en de ruimte daartussen geheel op te vullen met langskabels. En overeenkomstig het voortbewegen van een regenworm ontstond er een soort ballonmechanisme, dat zonder pijnlijke beschadigingen door de dikke darm kan kruipen.

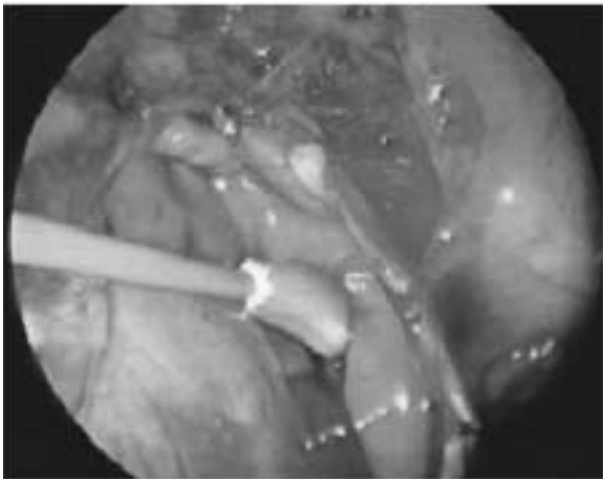
Met nog veel meer - vaak door de natuur ingegeven - inventiviteit (rollende donut, rolscharnier, enzovoort) resteert het probleem fabrikanten te interesseren. Als die bereid zijn te investeren in het uitwerken van Breedveld's gepatenteerde ideeën, kunnen internisten straks beschikken over beter bruikbare en betaalbare hulpmiddelen.

Prikkelen van de hartspier

Resynchronisatietherapie is een lang woord voor het weer regelmatig laten kloppen van het hart, door het signaal van een uitwendige pacemaker over te brengen naar de hartspier. De pacemaker ontvangt daartoe impulsen vanuit de hartknoop en verbetert iedere puls zodanig dat het normale hartslagritme terugkeert. Jos Maessen, hart-long-chirurg in het Academisch Ziekenhuis Maastricht, vertelt hoe moeilijk het is om de elektrode goed op de hartspier te positioneren.

Maessen: 'Eigenlijk zou het werken in de borstkas veel beter moeten kunnen. Waarom is er nog steeds geen goed

werkend kunsthart en waarom kunnen we niet beschikken over een operatierobot?' Door hartfalen sterven er in Nederland per jaar 6500 mensen en resynchronisatietherapie is een van de mogelijkheden om dat aantal terug te brengen. Maar bij het implanteren van de elektrode in de hartspier is het vinden van de juiste plaats het grote probleem, omdat 2 cm positieverandering het verschil kan betekenen tussen het beste en het slechtste resultaat. De oorzaak daarvan is de beschadiging van de hartspier door een of meerdere infarcten, want de elektrode mag niet worden geïmplanteerd in littekenweefsel.



Afbeelding 5. Endoscoopbeeld van de tijdelijke positionering van een elektrode op de hartspier

Op het ogenblik maakt Maessen gebruik van een hulpstrip met zuignappen en twaalf gedefinieerde posities. Door de elektrode tijdelijk op een van die posities te fixeren en de druk en het pompvolume in een der hartkamers (via een katheter) te meten, kan worden vastgesteld in hoeverre die positie bruikbaar is. Probleem hierbij is dat de afstand tussen de punten in de strip relatief groot is. Bovendien is het moeilijk in een later stadium de meest geschikte plaats op de bewegende hartspier terug te vinden. En dat is nodig als de elektrode definitief wordt geïmplanteerd.



Afbeelding 6 Boven- en onderaanzicht van de hulpstrip

Aan het eind van zijn voordracht nodigt Jos Maessen de precisietechnologen onder zijn gehoor uit mee te denken over een oplossing voor zijn positioneerprobleem.

Nog meer

Parallel aan de twee hiervoor besproken voordrachten waren er nog twee - niet bijgewoonde - lezingen. M.H.B. Grote Gansey van Sentron Europe en H. Leeuwis van Lionix bv spraken over 'Medische producten gezien vanuit het perspectief van microstelselproducenten'. En R. Hensbroek vertelde over 'Normen en regelgeving bij instrumenten en elektronische apparatuur'.

De operatiekamer van de toekomst

Ivo Broeders, chirurg aan het Universitair Medisch Centrum Utrecht, geeft tot slot zijn visie op de operatiekamer zoals die er in de toekomst uit zal zien en nu al ten dele in Utrecht is gerealiseerd. Het begrip 'OK van de toekomst' is een hot item dat regelmatig terugkeert in de vakliteratuur, maar waar iedere chirurg een verschillende mening over heeft. In dat kader duiken begrippen als robotchirurgie, telemanipulatie en endoscopische chirurgie steeds weer op.

Feit is dat conventionele chirurgie steeds meer verdrongen wordt door opereren met endoscopen en troicarts: endoscopen om waar te nemen en troicarts - een soort buizen - om operatiegereedschap doorheen te voeren. Daarbij is het grote voordeel voor de patiënt dat er geen ingrijpende operatiewonden hoeven te worden gemaakt. Maar voor de chirurg is deze werkwijze alleen maar nadelig, omdat de natuurlijke werkruimte van ogen naar handen verdwijnt, omdat de beweging van de handen in omgekeerde richting plaatsvindt en omdat die beweging - afhankelijk van de hefboomverhouding - vergroot of verkleind wordt. Dat wordt veroorzaakt doordat het kantelpunt van de instrumenten in de lichaamswand ligt.



Afbeelding 7a. De huidige praktijk



Afbeelding 7b. Opereren met troicarts



Afbeelding 7c. Een operatiekamer met telemanipulatie

In het kader van het Amerikaanse Star Wars Project is er in de VS een apparaat ontwikkeld dat de natuurlijke as van ogen naar werkveld herstelt, waarbij het voordeel behouden blijft dat er alleen door een kleine opening wordt geopereerd. Deze apparaten werken met echte telemanipulatie. Er is maar een firma die ze maakt en het enige apparaat in Nederland staat sinds 2000 in het Utrechtse UMC.

Broeders legt uit dat hij met het Amerikaanse apparaat in staat is de instrumenten in de troicart zodanig op afstand te manipuleren, dat de bewegingen van zijn handen 1:1 worden overgebracht, zonder omkeren van de bewegingsrichting. Zijn handen bedienen een soort joysticks op grond van de informatie uit een driedimensionaal beeld van het operatieveld. Op deze manier kan hij uiterst fijne precisiebewegingen uitvoeren, zoals het met draad hechten van bloedvaten (anastomose).

Sinds de installatie van het apparaat is in Utrecht met enig vallen en opstaan de zogenaamde leercurve doorlopen, zodat nu ingewikkelde operaties als aorta-reconstructies mogelijk zijn. Het aantal complicaties is niet hoger dan 5%, er treedt gemiddeld 5x zo weinig bloedverlies op als bij conventionele operaties en de steken van anastomoses zijn aanzienlijk regelmatiger. Problemen zijn er natuurlijk ook. De operatiekamer is nog niet ingericht voor deze manier van werken, er is maar één fabrikant, die maar weinig interesse heeft in technische nazorg, en het inwerken van personeel is erg tijdrovend.

Terugkomend op het onderwerp kan worden geconcludeerd dat 'de operatiekamer van de toekomst een werkruimte is die veilig en efficiënt het gebruik van geavanceerde technologie optimaal ondersteunt.'