

blok: zo wordt er 4mg/kg gegeven bij een diep blok, 2mg/kg bij een blok van 2/4. Wanneer men 'blind' een vaste dosis sugammadex geeft aan het eind van de ingreep, bijvoorbeeld 100mg, zonder te monitoren, kan ook met sugammadex restverslapping optreden. Dit is geen falen van de medicatie, maar is het gevolg van inefficiënte of afwezige monitoring van het spierverslappend blok. Anders gezegd, monitoring van het spierverslappend blok is in alle omstandigheden absoluut noodzakelijk en ook het effect van een tegenwerkend middel, dient gemeten te worden met een monitor. Voordat de patiënt ontwaakt, mag er immers van restverslapping geen sprake meer zijn.

Mogelijk heeft sugammadex nog bijkomende voordelen in vergelijking met neostigmine. We toonden in een vrijwilligersstudie aan dat de elek-

tromyografische activiteit van ons middenrif in belangrijke mate groter is na sugammadex vergeleken met neostigmine. Of dit echt van klinisch belang is, moet echter nog bewezen worden in studies met grotere groepen patiënten. Of sugammadex ook voor een snellere turnover in het operatiekwartier kan zorgen, is niet duidelijk in de literatuur. Wellicht zijn er te veel factoren die hierin een rol spelen en is het snel opheffen van een eventuele restblokkade van onze spieren aan het eind van de ingreep slechts één van de vele elementen die het tijdsverloop in een operatiezaal bepaalt.

### Monitoring verder finetunen

Toekomstig onderzoek in onze dienst zal zich in eerste instantie toespitsen op verder finetunen van monitoring van het spierverslappend blok in de

operatiezalen en op intensieve zorgen. Zo is er samenwerking met Prof. Dr. Sorin Brull van de Mayo Clinic, Florida, VS om een nieuwe EMG-monitor (Tetra-Graph™, Sweden) te gebruiken in klinisch én onderzoekverband. Ook met de industrie wordt samengewerkt om een relatief nieuwe monitor (STIM-POD™, South Africa) uit te proberen in de klinische praktijk. Samenvattend kunnen we stellen dat monitoring van het spierverslappend blok noodzakelijk is voor elke patiënt die spierverslappers heeft gekregen tijdens een anesthesie. We moeten ons afvragen waarom we anno 2018 'blind' zouden blijven, terwijl we perfect kunnen 'zien' met adequate monitoring die aangeven wanneer het is aangewezen om antagogenisten van de spierverslappers toe te dienen. Patient safety first!

#### Noten

- (1) Deep neuromuscular block improves surgical conditions during laparoscopic hysterectomy: a randomised controlled trial. Dubois PE, Putz L, Jamart J, Marotta ML, Gourdin M, Donnez O. Eur J Anaesthesiol. 2014 Aug;31(8):430-6.
- (2) Post-anaesthesia pulmonary complications after use of muscle relaxants (POPULAR): a multicentre, prospective observational study. Kirmeier E, Eriksson LI, Lewald H, Jonsson Fagerlund M, Hoeft A, Hollmann M, Meistelman C, Hunter JM, Ulm K, Blobner M; POPULAR Contributors. Lancet Respir Med. 2018 Sep 14. Epub ahead of print
- (3) Postoperative residual paralysis in outpatients versus inpatients. Cammu G, De Witte J, De Veylder J, Byttebier G, Vandeput D, Foubert L, Vandenbroucke G, Deloof T. Anesth Analg. 2006 Feb;102(2):426-9.
- (4) A prospective, observational study comparing postoperative residual curarisation and early adverse respiratory events in patients reversed with neostigmine or sugammadex or after apparent spontaneous recovery. Cammu GV, Smet V, De Jongh K, Vandeput D. Anaesth Intensive Care. 2012 Nov;40(6):999-1006.
- (5) Conceptual and technical insights into the basis of neuromuscular monitoring. Naguib M, Brull SJ, Johnson KB. Anaesthesia. 2017 Jan;72 Suppl 1:16-37.
- (6) Anesthesiologists' Overconfidence in Their Perceived Knowledge of Neuromuscular Monitoring and Its Relevance to All Aspects of Medical Practice: An International Survey. Naguib M, Brull SJ, Hunter JM, Kopman AF, Fülesdi B, Johnson KB, Arkes HR. Anesth Analg. 2018 Aug 22. Epub ahead of print
- (7) Consensus Statement on Perioperative Use of Neuromuscular Monitoring. Naguib M, Brull SJ, Kopman AF, Hunter JM, Fülesdi B, Arkes HR, Elstein A, Todd MM, Johnson KB. Anesth Analg. 2018 Jul;127(1):71-80.
- (8) Reversal of profound rocuronium-induced blockade with sugammadex: a randomized comparison with neostigmine. Jones RK, Caldwell JE, Brull SJ, Soto RG. Anesthesiology. 2008 Nov;109(5):816-24.

## Robotchirurgie in orthopedie

# Robot in de hand, techniek onder de knie



### Robotchirurgie is goed ingeburgerd

in het OLV Ziekenhuis. Drie- of vierarmige Da Vinci-robots worden hier al langer ingeschakeld door de diensten Urologie, Gynaecologie, Algemene heekunde en Cardiovasculaire en thoracale heekunde.

Meerdere OLV-artsen, onder wie Prof. Dr. Alex Mottrie, Dr. Geert De Naeyer en Dr. Koen Traen, geven hun expertise ter zake door via opleidingen bij ORSI Academy, dat recent een gloednieuw complex in Melle in gebruik nam. Maar een robot kan meerdere gedaanten hebben - ook in de chirurgie. Naast het eerder vermelde type chirurgierobots doen ook andersoortige robots hun intrede. Onder andere op het domein van de orthopedische heekunde. Dr. Vincent Roosens had eind oktober 2018 al 12 knieprothese-operaties met de handbediende Navio™-robot uitgevoerd, telkens met succes. Het ging vaak om complexe situaties, die zonder robotondersteuning wellicht onbehandeld zouden gebleven zijn.

### Over welk type robot gaat het?

De Navio™-robot van Smith & Nephew wordt ook vaak een 'smart tool' genoemd. Het is immers geen robot die volledig autonoom een ingreep kan uitvoeren, of die vanop afstand via een console wordt bediend. Het is effectief een 'slim instrument' dat tijdens de ingreep door de chirurg in de hand wordt gehouden, net als het klassieke instrumentarium. Maar het is

wel degelijk ook een slim instrument, dat is geïntegreerd in een volledig systeem. Het Navio™-systeem omvat immers ook 3D mapping en virtuele beeldvorming. De bijhorende computer stelt meteen de verschillende chirurgische opties voor met de selectie van de gepaste prothesen. Voor elke optie kan ik vooraf de verwachte outcomes voor bewegingsuitslagen en ligamentbalancerings opvragen en variaties laten berekenen. Nadat ik de gewenste optie heb

geselecteerd, zorgt de robot ervoor dat ik de frees en zaag met uiterste precisie kan hanteren bij het uitvoeren van de ingreep.

## Hoe gaat dat concreet in zijn werk?

Laten we beginnen bij de beeldvorming. Wanneer na de incisie het kniegewricht en de ligamenten zichtbaar liggen, kan ik met de probe van het Navio™-systeem het kniegewricht markeren op talrijke referentiepunten, vergelijkbaar met de manier waarop momenteel een terrein digitaal in kaart wordt gebracht door coördinaten aan te brengen. Aan de hand daarvan maakt de software van het Navio™-systeem ogenblikkelijk een driedimensionale reconstructie van het gewricht, die meteen op het scherm verschijnt. In tegenstelling met een ingreep waarbij het klassieke instrumentarium wordt gebruikt, is er na de diagnose dus geen medische beeldvorming meer vereist vooraleer met de operatie te starten. Doordat het gereconstrueerde 3D-beeld kan geroteerd worden, heb ik via het scherm eigenlijk een beter zicht dan wat ik rechtstreeks kan zien. Een beter zicht leidt ook tot een beter inzicht van wat de ideale aanpak is om voor elk individueel geval te volgen. Met het Navio™-systeem kan ik trouwens elke optie meteen tegen elkaar afwegen en vergelijken.

## Hoe verloopt die vergelijking van de verschillende mogelijke opties?

Als ik de driedimensionale beeldreconstructie van de knie heb gevormd, kan ik dat beeld roteren en de verschillende opties bekijken. De software van het Navio™-systeem stelt op het scherm telkens ook de verschillende chirurgische opties voor, waarvoor het telkens ook de gepaste prothese uit het beschikbare arsenaal selecteert. Bij elke voorgestelde optie zie ik op het beeldscherm welk deel van het bot moet verwijderd worden en hoe - en op welke positie - de geselecteerde prothese dient ingeplant te worden. Voor elke optie krijg ik ook de verwachte outcomes.

## Over welke outcomes gaat het en hoe kunnen die vooraf al worden berekend?

Bij aanvang van de procedure worden zowel in het dijbeen als het scheenbeen, telkens twee trekkers en infraroodsensoren aangebracht. Zij worden gekoppeld aan de driedimensionale beeldreconstructie van de knie, waardoor de Navio™-software elke optie kan simuleren en daarbij het effect op het gewricht, de botten en de ligamenten kan berekenen. Bewegingsuitslagen, belasting, ligamentbalancerings enzovoort zijn dus instant beschikbaar. Het is bovendien een interactief systeem. Ik kan voor elke optie

ook variaties ingeven, waarop de software meteen de aangepaste berekeningen maakt. Op die manier kan je als chirurg in een mum van tijd veel meer mogelijkheden tegenover elkaar afwegen en daardoor met grote zekerheid de meest aangewezen aanpak selecteren. Dat wil zeggen: de aanpak die perfect uitvoerbaar is én die de beste outcomes oplevert.

## Op welke manier helpt de Navio™-robot bij de plaatsing van de knieprothese?

Bij de geselecteerde benadering met de bijhorende prothese hoort ook een virtueel 3D-beeld waarop het deel van het bot of het gewricht dat verwijderd moet worden, haarscherp is afgebakend en in een andere kleur is gezet. Ik zie dus perfect wat er me te doen staat. Bovendien hoort bij het Navio™-systeem ook een freesrobot. Hoewel ik dit instrument in de hand houdt, wordt deze microfrees toch mee gestuurd als een robot. Ik kan de frees enkel in

werking stellen wanneer ze zich in het te verwijderen deel van het bot bevindt. Van zodra ik de robotfrees ook maar het minste buiten deze zone zou bewegen, valt ze automatisch en ogenblikkelijk stil. Voor grotere delen van het bot, die buiten de kritische zone liggen, kan ook een traditionele botzaag met de bijhorende coupes worden gebruikt. Dat gaat sneller. Maar voor de randzones is de robotgestuurde microfrees aangewezen. Deze gecombineerde aanpak is snel en uiterst precies.



Dr. Vincent Roosens: "Zonder Navio™ zou ik voor bepaalde patiënten met heel complexe knieproblemen noodgedwongen beslist hebben om hen misschien niet te opereren. Vandaag staan ze letterlijk terug op eigen benen."

## Robotcentrum Aalst

De artsen van het OLV Ziekenhuis voorspellen een versnelling van de evoluties op het vlak van medische technologie en innovatieve technieken. "Wie vandaag te lang wacht, zal zich in de toekomst noodgedwongen tot de rol van volger moeten beperken." In het verleden heeft het OLV Ziekenhuis dergelijke trends bij de eersten onderscheiden en er volop op ingezet. De wereldwijde reputatie van een aantal OLV-artsen op het vlak van robotchirurgie is daarvan een voortvloeisel. Reputaties worden met veel geduld opgebouwd, maar kunnen snel vervagen. Stilstaan is achteruitgaan. Daarom heeft het OLV Ziekenhuis de visie en ambitie om een internationaal erkend expertisecentrum op het vlak van robotchirurgie uit te bouwen - niet enkel in de medische disciplines waar deze technologie al eerder ingang heeft gevonden, maar ook op terreinen waarop deze doorbraak er staat aan te komen: orthopedie, neurochirurgie ...

**Dr. Vincent Roosens:** "In onze discipline - orthopedie - is momenteel al één Navio™-systeem geïnstalleerd in een Belgisch ziekenhuis. Ons eigen investeringsdossier zit in de pijplijn met de installatie op de agenda voor 2019. Naast het Navio™-systeem bestaat er ook een tweede orthopedische chirurgie-robot voor knieoperaties: de Mako™ van de firma Stryker, met al twee geïnstalleerde robots in Belgische ziekenhuizen. De Mako™ is een systeem met een haptische robotarm waarop een botzaag is aangebracht. Vanuit onze dienst willen we ook dit systeem nader leren kennen. Wij verwachten dat gelijkaardige robotsystemen voor heup-, schouder-, en handoperaties niet lang meer op zich zullen laten wachten. Wie wil méé zijn in deze evolutie, moet het gehele terrein durven bestrijken."

**Prof. Dr. Alex Mottrie, diensthoofd Urologie:** "Critici verwijzen naar bepaalde studies waaruit zou blijken dat robotchirurgie niét beter zou zijn dan traditionele heelkunde, maar enkel duurder. Men vergeet daarbij te melden dat dergelijke studies meestal enkel criteria zoals 'one year survival' en 'five year survival' bevatten. Of de patiënt na de ingreep terug zijn loopbaan kan opnemen, aan sport kan doen, of - bij prostatectomie - nog een actief seksleven kan hebben ... daar gaat men in dergelijke studies meestal aan voorbij. Daarom neemt het OLV Ziekenhuis ook een voortrekkersrol op zich op het vlak van Patient Reported Outcome Measures (PROMs), zodat ook de ervaringen van de patiënt over zijn levenskwaliteit op een wetenschappelijke manier in kaart kunnen worden gebracht. Naast de diensten Pneumologie, Radiotherapie, is ook de dienst Urologie al actief aan de slag met PROMs. Ook dat is innovatie."

## Wat zijn de voordelen van het Navio™-systeem?

Die zijn velerlei. Vooreerst heb je dankzij de 3D-beeldreconstructie van de knie een beter en vollediger zicht, waardoor je beter de ideale aanpak kunt bepalen en die ook met grotere precisie kunt uitvoeren. Dat daarvoor geen voorafgaande CT-scan is vereist, maakt dat de patiënt ook minder aan straling wordt blootgesteld, wat handig meegenomen is. Daarnaast biedt de interactieve module de mogelijkheid om alle benaderingen tegen elkaar af te wegen, zodat ook op die manier met grotere zekerheid de juiste chirurgische strategie kan worden bepaald. Doordat je bij elke optie als chirurg eigen variaties kunt inbrengen en via live simulaties de bijhorende outcomes kunt laten berekenen, is er een grotere mogelijkheid tot individuele aanpassingen op maat van elke patiënt. 'Personalized medicine' heet dat, met standaard prothesen waarmee we al heel goed vertrouwd zijn - en dat is ook een voordeel. Met de robot-gestuurde microfrees kan de ingreep en de plaatsing van de prothese tenslotte ook met de grootste precisie en een veel kleinere foutenmarge worden uitgevoerd. Ook goed om aan te stippen is dat het Navio™-systeem verplaatsbaar is en dus eventueel zowel op Campus Aalst als Campus Asse kan ingezet worden.

## Het lijkt wonderbaarlijk?

Dat is het ook wel. Voor het merendeel van de totale knie vervangingen biedt het Navio™-systeem een grotere voorspelbaarheid van de outcomes. Dat schept vertrouwen, wat mij als chirurg ook aanzet om voor de complexere ingrepen en de gedeeltelijke knie vervangingen de ideale oplossing aan te bieden. Ik durf gerust te stellen dat ik dankzij dit robotsysteem al enkele patiënten heb kunnen helpen, voor wie een ingreep met de traditionele technieken te risicovol was. Met de klassieke benadering zou het dan trouwens om meerdere ingrepen gaan, met telkens zes maanden hersteltijd tussenin. Zonder Navio™ zou ik noodgedwongen beslist hebben om hen misschien niet te opereren. Vandaag staan ze letterlijk terug op eigen benen en zijn ze mobiel ... mét 'kniegevoel', zoals wij dat noemen.



## Medische technologie van Artificiële intelligentie tot Zorgrobot

Technologie gaat de geneeskunde veranderen. Artificiële intelligentie, augmented reality, big data, chirurgierobots, mobile health, smart tools, tele-geneeskunde, zorgrobots ... het bestaat allemaal - soms nog als prototype, maar steeds vaker ook als dagelijks werktuig. Hoe ziet Dr. Roosens deze evolutie binnen zijn domein, de orthopedie?

"Bij de diagnosestelling zal medische beeldvorming een cruciale rol blijven spelen. Steeds vaker zal een beeld via een speciaal softwareprogramma worden omgezet in een virtuele reconstructie van het bot of het gewricht. Via 3D-printing kan de virtuele reconstructie worden omgezet in een schaalmodel, dat de arts in staat stelt om de situatie nauwkeurig te analyseren en de ingreep perfect voor te bereiden. Deze technieken gebruiken we vandaag al, maar zullen in de toekomst ongetwijfeld als standaard worden ingezet."

"Big data en artificiële intelligentie zullen preoperatief een steeds belangrijker rol gaan vervullen. Dat zal stapsgewijs verlopen. Want eerst moeten de data van grote patiëntengroepen die een welbepaalde ingreep hebben ondergaan, wereldwijd worden verzameld. Dergelijke datacollectie zal versneld gebeuren met de intrede van chirurgierobots zoals de Navio™ en de Mako™, die de gegevens van de ingrepen automatisch zullen registreren en naar een centrale databank sturen. Eens er voldoende kritische massa aan relevante data is, kunnen er algoritmes worden ontwikkeld.

Met deze algoritmes kan er voor een groot aantal situaties telkens de chirurgische optie worden geselecteerd waarvan bewezen is dat ze de beste outcomes heeft geleverd."

"Peroperatieve robotsystemen zullen steeds performanter worden. Op relatief korte termijn zie ik de integratie van augmented reality. Met het Navio™-systeem kan ik vandaag de virtuele 3D-reconstructie op een scherm in het operatiekwartier bekijken. Binnenkort zullen chirurgen tijdens hun ingreep een speciale bril dragen. Bovenop het rechtstreekse zicht zullen dan aanvullende gegevens worden geprojecteerd, zoals de virtuele 3D-reconstructie of de simulaties van verschillende opties."

"Postoperatief verwacht ik vooral de doorbraak van telegeneeskunde, met apps en wearables. Als de patiënt na de ingreep terug naar huis mag, zal hij blijvend door ons kunnen gevolgd worden. Via smartphones of kledingstukken waarin allerlei sensoren zitten, zullen wij bijvoorbeeld kunnen volgen in welke mate de patiënt de voorgeschreven kinesitherapie daadwerkelijk volgt, welke belasting er op het geopereerde gewricht wordt uitgeoefend, enzovoort. Niet alleen kunnen we dan een optimale begeleiding op maat van de individuele patiënt bieden, maar al deze gegevens kunnen ook worden verzameld. Daarmee kunnen dan internationale databanken worden gevoed, waaruit steeds krachtiger algoritmes worden ontwikkeld. En zo is de cirkel rond, want daarmee kunnen we aan het begin van het proces met steeds grotere precisie de meest aangewezen medische optie voorstellen."

Het Navio™-systeem omvat ook 3D mapping en virtuele beeldvorming. De bijhorende computer stelt de verschillende chirurgische opties voor en selecteert de gepaste prothesen. Voor elke optie worden de verwachte outcomes bepaald.