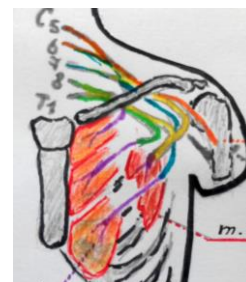


Intuïtieve controle van een armprothese door gerichte herbezenuwing van spieren – TMR

‘Targeted Muscle Reinnervation’



**Toepassing voor hoge amputaties van het bovenste lidmaat
(elleboog-, bovenarm- of schouder niveau)**

Dienst ORTHOPEDIE – TRAUMATOLOGIE

Dienst FYSISCHE GENEESKUNDE – REVALIDATIE

UZ Gent, C. Heymanslaan 10, 9000 Gent

Tel 09 332 22 64; tmr-rehabilitation-amputee@ugent.be

Inleiding

Een amputatie van een arm is een zwaar verlies en verandert het leven ingrijpend. Iets vastnemen is enkel mogelijk met een mechanische prothese (= gebruik van een trekkabel en een lus om de andere schouder) of met een myo-elektrische prothese (= een elektrisch aangedreven prothese die via spiersignalen wordt bediend). Wat vroeger een eenvoudige handeling was, vormt na een amputatie een grote uitdaging of is gewoon niet meer mogelijk. Bij een amputatie op elleboogniveau of hoger is het aansturen van een myo-elektrische prothese vaak moeilijk; bij een amputatie op schouder niveau kan binnen een klassieke verzorging in veel gevallen zelfs geen actieve prothese aangeboden worden.

Het aansturen van een myo-elektrische prothese met maar 1 of 2 signalen vergt vaak een onnatuurlijk gebruik van spieren die in normale omstandigheden niet gelinkt zijn aan de bedoelde en gewenste handeling. Zo is bijv. een samentrekking van de elleboogstrekker nodig om een prothesehand te openen. Dit is voor sommige patiënten zeer onhandig en vergt een grote concentratie, waardoor ze de armprothese weinig of niet gebruiken.

Om dit probleem te verhelpen, is sinds 2002 een procedure uitgewerkt, bekend als 'Targeted muscle reinnervation' –TMR; in het Nederlands: 'gerichte herbezenuwing van spieren'.

In dit informatiedocument proberen we te antwoorden op de meeste vragen m.b.t. een TMR-behandeling: wat is TMR precies, wie komt hiervoor in aanmerking, welke voordelen en risico's zijn hieraan verbonden, waaruit bestaat de operatie, welke evaluaties en onderzoeken zijn voorzien en hoe verloopt de revalidatie ?

Met vriendelijke groeten,
ACT, het Amputee-Care-Team.

Wat is TMR – ‘targeted muscle reinnervation’ ?

Een TMR-behandeling bestaat erin om armzenuwen, die bij de amputatie zijn doorgesneden en waarvan de functie dus verloren is gegaan (fig. 1), om te leiden en te koppelen aan gezonde maar bijkomstige spieren in de amputatiestomp of de schoudergordel (fig. 2). Over het verloop van een aantal maanden groeien deze armzenuwen vervolgens in de bijkomstige spieren – de zgn. ‘target muscles’ of doelspieren.

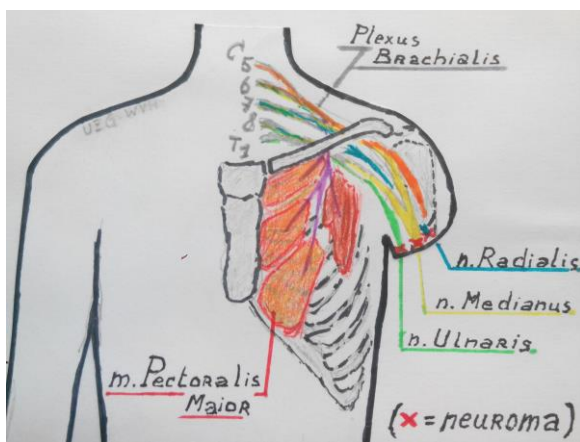


Fig. 1: Situatie na amputatie

Radialis-, medianus- en ulnariszenuw met neuromata (= littekenkluwens op zenuwuiteinden, vaak pijnlijk).

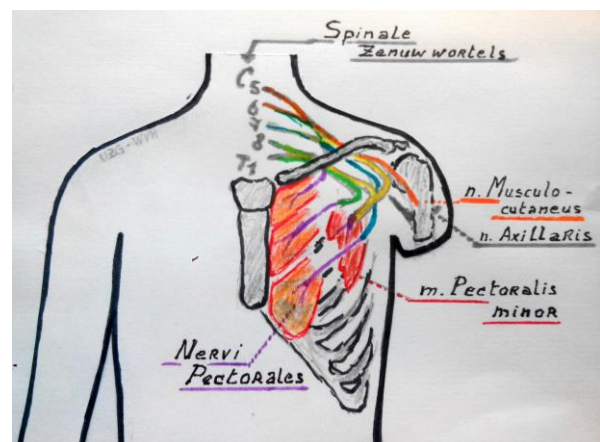


Fig. 2: na TMR-operatie

De respectievelijke zenuwen zijn omgeleid en doen borstspier werken, wat spiersignalen voortbrengt.

Wat zijn de voordelen van TMR ?

Het omleiden en verbinden van deze geamputeerde en anders verloren armzenuwen aan nieuwe doelspieren biedt belangrijke voordelen. Enerzijds wordt de kans op zenuwpijn na dergelijke ingreep kleiner en anderzijds worden in de doelspieren 4 tot 6 nieuwe myo-elektrische signalen geproduceerd die nu wel uitgaan van gelinkte zones in de hersenen. De doelspieren worden na een geslaagde ingreep namelijk aangestuurd door zenuwen, die voor de amputatie ook al instonden voor functies in de hand en de onderarm. Het

opwekken van een signaal dat bijv. de prothesehand opent, kan nu in een doelspier gebeuren via een zenuw die voorheen ook instond voor handopening enz. Met voldoende training laten deze extra signalen een meer intuïtieve aansturing en een vlotter gebruik van een myoprothese toe. Bij slagen van de operatie en de revalidatie zijn de patiënten in staat om een prothese te bedienen door eenvoudigweg te denken aan de beweging die ze willen uitvoeren, zonder zich te moeten concentreren op kunstmatige trucs.

Gelijklopend aan deze chirurgische vernieuwing zijn inmiddels myo-elektrische prothesen ontwikkeld die toelaten om verschillende bewegingen ('vrijheidsgraden') tegelijk uit te voeren zoals een normale arm dat kan. Deze nieuwe chirurgische procedure en de voorziening en training met geavanceerde myoprothesen worden toegepast bij jonge en actieve amputatiepatiënten in verschillende centra in de wereld, waaronder ook in het Amputee Care Center van het Universitair Ziekenhuis te Gent.

Wie komt in aanmerking voor een TMR-procedure ?

- Patiënten **jonger dan 60 jaar** die **minder dan 10 jaar geleden** een arm verloren op niveau van de elleboog of hoger (bovenarm- of schouder niveau). Er wordt geen TMR toegepast voor amputaties op onderarmniveau. Het resultaat van de procedure is gemiddeld beter indien dit binnen de 5 jaar na amputatie kan gebeuren. Bij geschikte patiënten kan TMR zelfs binnen de eerste verzorging na amputatie toegepast worden (bijv. in de eerste 3 maanden); dit is in principe zelfs de beste uitgangspositie.

- Amputatiepatiënten zijn bij voorkeur **ouder dan 18 jaar** en minstens 14 jaar met een voleindigde pubertaire groeispurt ter hoogte van de ledematen. Aangeboren armdefecten komen niet in aanmerking.
- Patiënten met **ernstige fantoom- en neuroompijn** (neuroom = littekenwoekering op het zenuwuiteinde) na een amputatie op niveau van de elleboog of hoger. Een geamputeerde zenuw terug aan een doelorgaan (actieve spier) koppelen kan zenuwpijn en fantoomklachten verminderen. Dit kan op zich al een argument zijn voor toepassing van deze procedure (zonder het oogmerk van verandering van het prothesegebruik).
- Patiënten die reeds een myo-elektrische prothese gebruiken kunnen op hun ervaring voortbouwen en dit betekent een voordeel bij de revalidatie. Het zijn echter wel juist de zeer hoge armamputaties die anders moeilijk of niet met een myo-elektrische prothese geholpen kunnen worden, voor wie TMR het grootste voordeel kan bieden.
- Geamputeerden zonder veel zenuw- of fantoompijn, die heel tevreden en succesvol een mechanische prothese gebruiken of voor zich hebben uitgemaakt om alleen een esthetische of helemaal geen prothese te dragen, komen niet in aanmerking voor een TMR-behandeling.
- In de situatie waar de eigen hand nog aanwezig is maar definitief onbruikbaar, is evt. ook TMR inzetbaar voor de aansturing van een vervangende handprothese. Deze uitzonderlijke toepassing valt bijv. te overwegen bij gedeeltelijke verlamming (plexus brachialis letsel) of zware brandwonden.

Waaruit bestaat een TMR-behandeling ?

Het behandelingsproces doorloopt verschillende fasen en kan één jaar tot anderhalf jaar in beslag nemen vooraleer een maximaal en duurzaam gebruik van de myoprothese mogelijk is.

Bij de eerste consultatie wordt ruime informatie verstrekt en wordt door bevraging, klinisch onderzoek en studie van de medische verslagen (bijv. operatieverslagen en rapporten van de vroegere verzorging) uitgemaakt of de amputatiepatiënt in aanmerking komt voor deze techniek. In dat geval worden verdere onderzoeken uitgevoerd die de indicatie bevestigen ('inclusie-onderzoeken'): evaluatie van de overgebleven zenuwfunctie en –anatomie, kwaliteit en functie van de overgebleven gewrichten en spieren, controle van de algemene gezondheid, psychologische evaluatie en een proef-training om de revalideerbaarheid te beoordelen. Ook de praktische aspecten van een behandeling zoals hospitalisatieduur, arbeidsongeschiktheid en financiering komen aan bod.

Na een bezinningsperiode en overleg met de verwijzende arts (revalidatiearts of chirurg) en de huisarts wordt gedurende een multidisciplinaire consultatie de volledige behandeling gepland.

De chirurgische TMR-ingreep vergt een hospitalisatie van 3 tot 5 dagen. De ingreep zelf is vergelijkbaar met de standaard brachiale-plexuschirurgie (= herstel-ingreep na afscheuren van armzenuwen zoals bij motorfietsongevallen) en is weliswaar langdurig maar daarom niet noodzakelijk zwaar noch bijzonder risicovol. De bestaande functie van de armstomp blijft in alle geval gevrijwaard. Hierop volgt een periode van ingroei van de zenuwen in de doelspieren met ten vroegste tekenen van actieve herbezenuwing na 4-6 maanden.

Dit reïnnervatieproces wordt gestimuleerd door aangepaste kinesiotherapie en ergotherapie binnen een specifiek TMR-revalidatieprogramma, dat gestart wordt vanaf 4 tot 6 weken na de ingreep.

Omdat de stompcontouren door de ingreep veranderen, dient de tot dan gebruikte prothese te worden aangepast.

Vanaf 4 tot 6 maanden na de operatie kunnen er oppervlaktesignalen (zgn. 'mysignalen') over de herbezenuwde doelspieren worden opgepikt. Het ontwikkelen van meerdere, apart reproduceerbare myosignalen is heel arbeidsintensief en deze 'myotraining' vergt naast een goede samenwerking met de ergotherapeut ook veel tijd en inzet van de patiënt zelf. In eerste instantie wordt geoefend op het denkbeeldig bewegen van het fantoomlidmaat en zodra mogelijk op het activeren en ontspannen van individuele spieren, gevolgd door het oefenen met behulp van een computerprogramma om meerdere spiersignalen tegelijk te trainen.

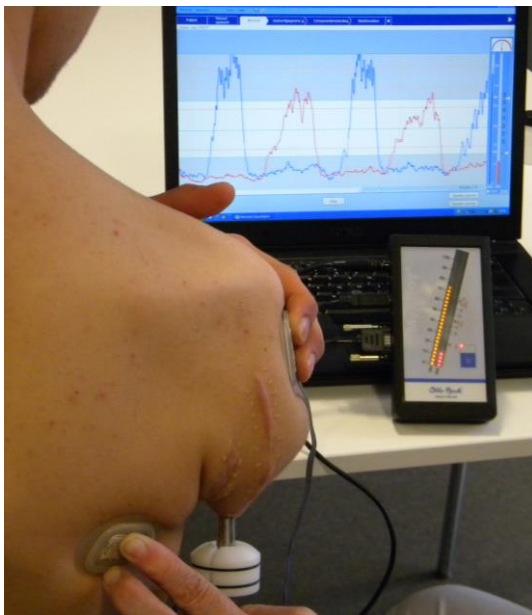


Fig. 3: Myosignaaltraining aan de computer.

Eénmaal er voldoende stabiele myosignalen beschikbaar zijn, wordt een eerste aansturing patroon voor een prothese vooropgesteld met toewijzing van de myosignalen aan specifieke prothesefuncties

(openen en sluiten van de hand, draaien van de onderarm/pols, buigen en strekken van de elleboog). Dit wordt verder actief geoefend met een multifunctionele armprothese, die op een tafel gemonteerd is. Met behulp van deze 'tafelarm' kan de patiënt zijn bewegingsaansturing stelselmatig verbeteren.

Op basis van deze ervaring wordt vervolgens een eerste voorlopige prothese op maat samengesteld en aan de patiënt aangepast. Hiermee kan de patiënt aan de slag voor het trainen van de standaard grijppatronen en eenvoudige dagdagelijkse taken zowel onder begeleiding in het revalidatiecentrum als thuis. Zeker bij gebruik van een klassieke prothesekoker en oppervlakte-elektroden zal de prothese herhaaldelijk moeten worden aangepast vooraleer men tussen 12 en 18 maanden na de ingreep tot een 'definitieve prothese' komt. Het aanpassingsproces zelf neemt gemiddeld 3-4 maanden in beslag. Tot 2 jaar na de ingreep worden er regelmatig herevaluaties door het revalidatieteam voorzien.

Opvolging: Om de 6 maanden is een nazicht van de definitieve prothese aangewezen bij de orthopedisch techniker/prothesist; een controle bij de revalidatiearts wordt minstens jaarlijks voorzien.

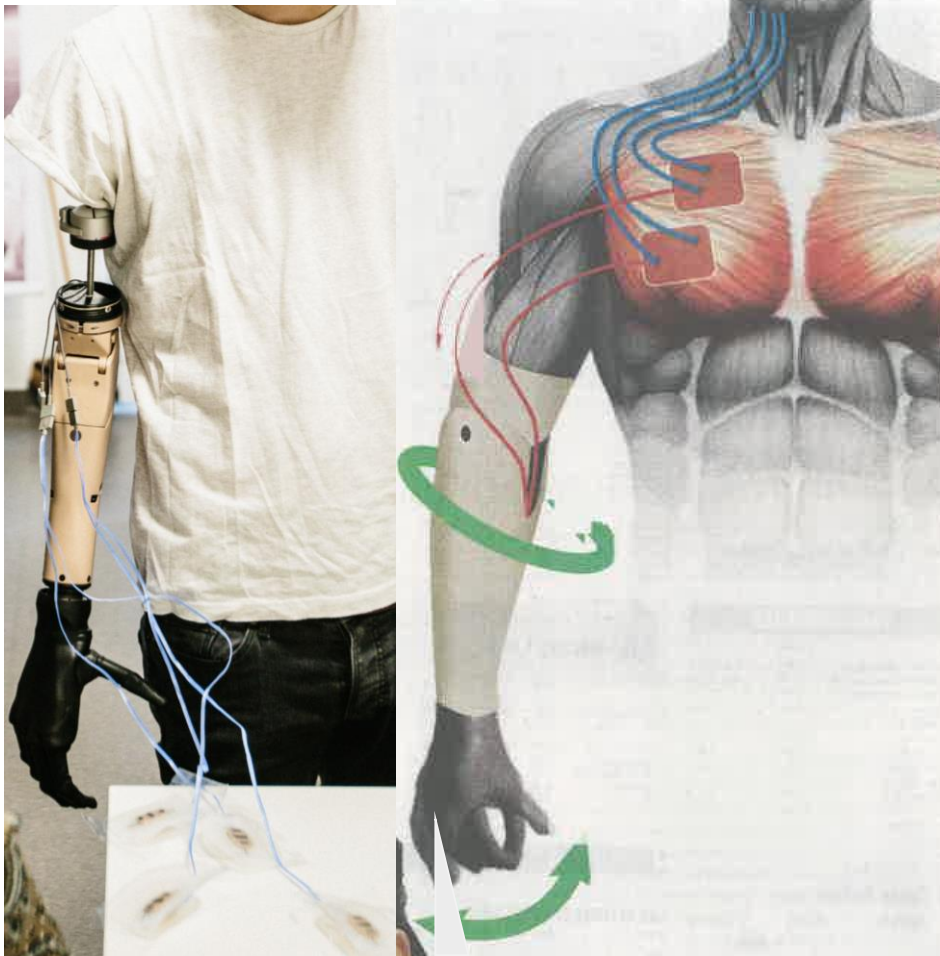


Fig. 4 en 5: Myoprothese met skelet-verankering m.b.v. een osseointegratie-implantaat. Na TMR-ingreep verloopt de aansturing o.a. door de radialis-, medianus- en ulnariszenuwen via myo-electroden die op het huidoppervlak van de aangekoppelde spieren worden aangebracht.

Wat vraag dit van mij als patiënt ?

De volledige duur van de behandeling bedraagt ongeveer anderhalf jaar en het vergt een grote motivatie en veel discipline om actief deel te nemen aan de langdurige en intensieve revalidatie. De training valt te vergelijken met het leren bespelen van een muziek-instrument of een computergame waarbij je geleidelijk het spelniveau kan opdrijven tot virtuositeit.



Fig. 6 en 7: Training met voorlopige myoprothese met elektroden t.h.v. de borstspier na herbezenuwing door een 'handzenuw' (resp. de radialis-, medianus- en ulnariszenuwen).

De hospitalisatie rond de chirurgische ingreep is heel kort maar er volgen veelvuldige ambulante oefensessies in het revalidatiecentrum, die telkens enkele uren in beslag nemen. Naast de therapie sessies in het revalidatiecentrum dient er ook dagelijks thuis geconcentreerd geoefend te worden. Voor patiënten die ver van Gent wonen, wordt voor de revalidatie en opvolging een samenwerking gezocht met een revalidatiecentrum nabij de woonplaats.

Alleen de eerste 3 tot 6 weken na de ingreep kan geen prothese gedragen worden. In hoeverre dit tijdelijk met een volledige of gedeeltelijke arbeidsongeschiktheid overeenkomt, hangt af van de individuele werksituatie.

Gedurende de oefenfase van een nieuw aansturing patroon voor de TMR-myoprothese, voelt elke wissel van de nieuwe naar de oude

myoprothese kortstondig onwennig aan, zoals bij het veranderen van auto met automatische schakeling naar handschakeling en omgekeerd.

De chirurgische ingreep en de revalidatie behoren tot de gewone medische zorg met geregelde terugbetaling in België. Het persoonlijk revalidatiebudget binnen de ziekteverzekering (RIZIV) is evenwel gelimiteerd. De terugbetaling van een TMR-revalidatie door de ziekteverzekering is bijgevolg afhankelijk van hoeveel revalidatiebehandeling er vroeger al is toegepast. De TMR-prothese is als gesofisticeerde en nieuwste generatie myo-elektrische prothese maar gedeeltelijk terugbetaald en de prijs is afhankelijk van de gekozen onderdelen. Indien geen andere verzekeringsinstantie dan het RIZIV tussenkomt, dient met een persoonlijke meerkost rekening te worden gehouden.

Wat zijn de mogelijke verwikkelingen van een TMR-operatie ?

De ingreep richt zich op arm- en schoudergordelspiers, de 'plexus brachialis' (= het in de hals en schoudergordel gelegen zenuwnetwerk van het bovenste lidmaat waaruit de armzenuwen ontspringen) en de overliggende huid. Er bestaat eenzelfde laag risico op nabloeding en infectie als in plexus-brachialischirurgie.

Hoewel fantoom- en neuroompijn net een reden kunnen zijn voor een TMR-ingreep, kan de zenuwpijn in de eerste fase na de ingreep toenemen zoals bij elke secundaire chirurgie na amputatie.

Het gevoel in de huid over de doelspiers kan veranderen. Zo kan er in bepaalde zones bij contact een sensatie opgewekt worden die afkomstig lijkt te zijn van de geamputeerde hand of vingers. Dit vormt voor de meeste patiënten geen probleem.

De kwaliteit van de plexus-brachialiszenuwen en de bijkomstige spieren (= de toekomstige doelspieren) wordt vóór de operatie uitgebreid onderzocht maar is pas definitief te beoordelen tijdens de ingreep zelf. Of na de 'herbezenuwingsoperatie' de hersencentra opnieuw getraind kunnen worden, valt maar te ondervinden tijdens de revalidatie zelf. Het succes van de procedure is dus van enkele factoren afhankelijk, die niet volledig te controleren zijn, noch vooraf te voorspellen. Er wordt tijdens de ingreep alleen met bijkomstige spierelementen gewerkt; de spierfunctie voor de oorspronkelijke myoelektrische aansturing en stompbewegingen blijft gegarandeerd. Het resultaat van een TMR-procedure is blijvend: de gewijzigde zenuwaansturing, de spierwerking en de signaalgvorming in de doelspieren zijn duurzaam en worden door veelvuldig gebruik alleen maar beter.

Heeft U nog verdere vragen ?

Daarvoor kunt U terecht bij het secretariaat van de Dienst Orthopedie – Traumatologie van het UZ Gent, of van het Revalidatiecentrum UZ Gent, C. Heymanslaan 10, 9000 Gent.

Via de volgende telefoonnummers of het mailadres wordt U verder geholpen zodat U met Uw vragen bij één van de teamleden terecht kan: Tel. 09 332 05 17 of tel. 09 332 22 64 (Orthopedie)

 Tel. 09 332 42 37 (Revalidatiecentrum UZ Gent)

tmr-rehabilitation-amputee@ugent.be

Internetsites :

www.ric.org/research/centers/bionic-medicine/newsbcm/

De leden van het 'amputee care team – ACT' zijn :

Chirurgen, Dr. W. Vanhove en Dr. S. Benis

Revalidatiearts, Dr. S. Geers

Kinesitherapeuten Revalidatiecentrum UZ Gent

Ergotherapeuten Revalidatiecentrum UZ Gent

Orthopedische techniekers met bijkomende opleiding (OI-osseoïntegratie en TMR)

Psychologe, Mevr. R. Van Damme

Verpleegkundige – Planning : Mevr. I. Bouters , Mevr. V. De Rouck

Consulenten van andere afdelingen :

Algemene inwendige geneeskunde, Infectiologie : Prof. Dr. D. Vogelaers

Dermatologie : Prof. Dr. K. Ongenae

Eenheid voor osteoporose (botdensitometrie) ;

Reumatologie & Endocrinologie : Dr. S. Goemaere

Psychiatrie en Medische Psychologie : Prof. Dr. G. Lemmens

Radiologie : Dr. W. Huysse en Prof. Dr. E. Achten