

Kan de erectie aan- en uitgezet worden? Casuïstiek

Linda Ackermans, Yasin Temel, Jacques van Lankveld, Peter Boon,
Veerle Visser-Vandewalle

Vakgroepen Neurochirurgie, Departement Medische, Klinische en Experimentele Psychologie,
Academisch Ziekenhuis Maastricht; Pompestichting, Nijmegen

Samenvatting

In dit artikel wordt de casuïstiek van twee uitbehandelde patiënten met het syndroom van Gilles de la Tourette (GTS) besproken waarbij bilaterale hoogfrequente stimulatie (HFS) van de thalamus werd uitgevoerd. De elektroden werden geïmplantéerd ter hoogte van de nucleus ventro-oralis (Voi), centromedian nucleus (Cm) en substantia periventricularis (Spv) van de thalamus. Postoperatief bemerkten de twee patiënten thuis een tegengesteld effect van HFS op hun erectie. Zo bemerkte patient 1 een stimulerend en patient 2 een remmend effect op de erectie. Laboratoriumtesten werden uitgevoerd om de peniele erectie tijdens erotische videofragmenten te meten in de condities waarbij de stimulatie aan (stim on) en uit (stim off) gezet werden. Uit de testen bleek dat HFS van de thalamus onder laboratoriumomstandigheden een duidelijke, zij het niet eenduidige, remmende danwel stimulerende invloed heeft op de genitale respons tijdens erotische stimuli en seksuele fantasie.

Peniele erectie is een neurovasculair proces waar bij psychologische en hormonale factoren een belangrijke rol spelen (Lue, 2000). Het wordt op spinaal en op supraspinaal niveau door het zenuwstelsel gecontroleerd en gemoduleerd (Rosen & Sachs, 2000; McKenna, 2000; Rampin & Guiliano, 2001; Giuliano & Rampin, 2000). Het spinale systeem dat betrokken is bij erectie is uitvoerig bestudeerd (Rampin, Bernabe & Guiliano 1997). Over het supraspinaal systeem (het centrale zenuwstelsel) is veel minder bekend

en in het bijzonder de rol van de thalamus is nog niet geheel opgehelderd.

Drie patiënten met het Gilles de la Tourette syndroom (GTS) ondergingen een succesvolle bilaterale hoogfrequente stimulatie (HFS) van de thalamus. GTS is een chronisch neuropsychiatrisch ziektebeeld dat gekenmerkt wordt door motorische en vocale tics (Jankovic, 2001) en vaak gepaard gaat met geassocieerde gedragsafwijkingen zoals ADHD, obsessief-compulsief gedrag en agressiviteit (Muller-Vahl, 2002; Robertson, 2000). De ziekte openbaart zich meestal in de kinderleeftijd en is in het merendeel van de gevallen voor de volwassen leeftijd verdwenen (Leckman JF, 2002). Echter bij een klein percentage van de patiënten blijft het syndroom aanwezig en deze patiënten behoeven dan ook farmacotherapie. Hoewel er naast motorische en vocale tics ook gedragsafwijkingen bij GTS patiënten kunnen optreden gaan deze niet gepaard met seksuele stoornissen of afwijkingen. Vandewalle (1999) introduceerde in 1999 chronische diepe hersenstimulatie (DHS) voor uitbehandelde GTS patiënten. Dit had een succesvol resultaat op de tics en geassocieerde gedragsafwijkingen. Twee patiënten echter bemerkten na de ingreep seksuele veranderingen. De eerste patiënt rapporteerde een verhoogde frequentie van spontane erecties en een vergrote omvang van de erectie. De

L. Ackermans, student-onderzoeker, Vakgroep Neurochirurgie, Academisch ziekenhuis Maastricht, Ikke_linda@hotmail.com; Drs. Y. Temel, arts-assistent in opleiding, Vakgroep Neurochirurgie, Academisch ziekenhuis Maastricht, yasintemel@yahoo.com; Dr. J. van Lankveld, psycholoog/psychotherapeut/seksuoloog NVVS, Departement Medische, Klinische en Experimentele Psychologie, Universiteit Maastricht en Pompestichting, Nijmegen; J.vanlankveld@dep.unimaas.nl; Drs. P. Boon, psycholoog, Departement Medische, Klinische en Experimentele psychologie, Academisch ziekenhuis Maastricht, pboo@smgs.azm.nl; Dr. V. Visser-Vandewalle, neurochirurg, Vakgroep Neurochirurgie, Academisch ziekenhuis Maastricht, vva@snch.azm.nl.

Dit artikel is in verkorte vorm eerder verschenen als Temel, Y., van Lankveld, J., Boon, P., Spincemaille, G.H., van der Linden, & Visser-Vandewalle, V. (2004). Deep brain stimulation of the thalamus can influence penile erection. *International Journal of Impotence Research*, 16, 91-94.

Ontvangen 4 september 2003, geaccepteerd 1 maart 2004.

tweede patiënt rapporteerde een verminderde erectie tijdens geslachtsgemeenschap waardoor de patiënt zich genoodzaakt voelde de stimulator uit te zetten.

In onderstaande studie werd de erectie gemeten tijdens audiovisuele erotische stimulatie in het psychofysiologisch laboratorium met de DHS zowel in de 'on-' als in de 'off' conditie, om de rol van de thalamus bij erectie te onderzoeken.

Materiaal en methode

Twee GTS patiënten (42 en 45 jaar oud) zonder comorbiditeit ondergingen een DHS van de thalamus voor medicamenteus uitbehandeld GTS (Tabel 1). De patiënten gaven schriftelijk toestemming voor de operatie en deze studie. De elektroden (Medtronic, model 3387) werden onder stereotactische controle (om de exacte locatie te kunnen bepalen) bilateraal in de thalamus geïmplantéerd ter hoogte van de nucleus ventroralis internus (Voi), de centromediane nucleus (Cm) en de substantia periventricularis (Spv) (Vandewalle, van der Linden, Groenewegen & Camaert, 1999). De definitieve positie van de elektroden werd bepaald aan de hand van de klinische respons die werd getest door een neuroloog. De coördinaten van de definitieve elektroden waren: links 5mm en rechts 3 mm lateraal bij patiënt 1 en links 3mm en rechts 5 mm bij patiënt 2, van de lijn tussen de commissura anterior en commissura posterior (AC-PC lijn), 4mm posterieur van het midcommisurale punt en op het AC-PC vlak. Na deze eerste operatie werden gedurende twee weken het aantal en de intensiteit van de tics geëvalueerd. Vervolgens ondergingen de patiënten een MRI-scan om de positie van de elektroden te evalueren en eventuele asymptomatische bloedingen te detecteren (Figuur 1). Bij deze twee patiënten bleken de elektroden goed gepositioneerd te zijn. Bovendien bleek er een zeer duidelijk gunstig effect te zijn van de stimulatie op de tics en de gedragsafwijkingen. Twee weken na de stereotactische operatie werden de pulsgeneratoren (Medtronic model 7425 voor patiënt 1, Medtronic model 7428 voor patiënt 2) subcutaan infraclaviculair geïmplantéerd. De patiënten werden respectievelijk 5 jaar en 8 maanden gevolgd. De stimulatieparameters voor patiënt 1 waren: 1.6V / 130Hz / 90µs, monopolair (elektrode 1 negatief bilateraal) en voor patiënt 2: 6.4V / 130Hz /



Figuur 1: illustratieve postoperatieve MRI-opname. Dit beeld demonstreert de macroscopische plaatsing van de elektroden in de mediale thalamus (zie pijlen) en de ongeveer 2 mm-asymmetrische plaatsing in het medio-laterale vlak

120µs, monopolair (elektrode 2 en 6 negatief). Uitvoerig neuropsychologisch onderzoek werd pre- en postoperatief verricht om de verschillende cognitieve functies te evalueren.

De erectie van beide deelnemers aan dit onderzoek werd gemeten tijdens twee sessies op opeenvolgende dagen op dezelfde tijdstippen in de stimulatie 'on-' en 'off' conditie. De off-conditie werd gemeten nadat de stimulatie voor minimaal 12 uur uitgezet was. Een elektromechanische penisplethysmograaf, ontwikkeld door Barlow (Barlow, Becker, Leitenberg & Agras, 1970), werd gebruikt om de penisomtrek te meten. Het signaal werd opgenomen door een BIO2-versterker (Pyslab) en uitgelezen via een IBM-computer. De ple-

Tabel 1. Karakteristieken van de geopereerde patiënten

Operatieleeftijd (jr)	Geslacht	Ziekte duur (jr)	Tics	Geassocieerde gedragsafwijkingen	Operatieve ingreep	Follow-up (maanden)
42	m	>20	vocaal en motore	automutilatie, compulsies	DHS thalamus	60
45	m	>20	vocaal en motore	compulsies	DHS thalamus	8

Tabel 2. effecten van DHS van de thalamus op het seksueel functioneren van de twee patiënten gemeten met behulp van de IIEF subschalen

IIEF ^a Subschalen	Aantal items	Bereik	Patiënt 1		Patiënt 2	
			Preoperatief	Postoperatief	Preoperatief	Postoperatief
Erectie	6	0-30	30	30	13	30
Orgasme	2	0-10	10	10	0	10
Seksueel verlangen	2	0-10	8	10	5	9
Tevredenheid coïtus	3	0-15	12	11	6	14
Algemeen seksuele tevredenheid	2	0-10	8	8	2	10

^a = *International Index of Erectile Functioning* (Rosen et al., 1997). Hogere scores reflecteren beter seksueel functioneren

thysmograaf bestaat uit een strookje chirurgisch staal waarvan het uitrekken meetbaar is als een verandering in elektrische weerstand en een variabele weerstand aan de basis van de rekbaar delen. Het DC signaal hiervan werd gebruikt om veranderingen in mVolts te meten, veroorzaakt door de omtrekveranderingen van de penis. Het rekstrookje werd na instructie door de deelnemer zelf om de schacht van de penis bevestigd met het meetgedeelte aan dorsale zijde van de penis. De plethysmograaf werd, na grondig wassen met anti-bacteriële zeep, gedesinfecteerd in ethanol 70% gedurende 10 minuten voor elk gebruik en aan de lucht gedroogd. Na elke sessie werd de plethysmograaf gecalibreerd met behulp van een ronde calibratieconus, met 8 opeenvolgende stappen van 5-mm omtrektoename, met een range van 95 tot 130 mm.

De beide deelnemers werden geïnstrueerd gebruik te maken van de draaiknop op een potentiometer gemonteerd bij de rechterhand om hun subjectieve seksuele beleving continu aan te duiden. De instructie daarbij was om aan te geven hoe sterk het gevoel van opwinding was tijdens het kijken naar de film en tijdens de seksuele fantasie. Op een balk met 20 LED-lampjes onder het beeldscherm waarop de erotische video's werden getoond, kon de deelnemer aan de hand van de positie van een brandend LED-lampje de stand van de subjectieve draaiknop aflezen zonder zijn blik van het scherm af te wenden. De uiteinden van de balk waren gemarkeerd met "helemaal geen opwinding" (links) en "maximale opwinding" (rechts). De deelnemers kregen 5 videofragmenten, in kleur en met geluid, van 3 minuten te zien. Tijdens deze videofragmenten werd heteroseksueel contact getoond, inclusief ontkleden, manuele en orale stimulatie van de genitalia en vaginale geslachtsgemeenschap. Tijdens een ander deel van het experiment werd de patiënten gevraagd om een seksuele fantasie in te beelden. Deze kon een persoonlijke fantasie zijn of een herhaling van de eerder getoonde erotische videofragmenten. Na elke sessie werden de gemeten millivolts omgerekend naar de penisomtrek in cm waarbij telkens de omtrekverandering ten opzichte van de baseline voorafgaande

aan elk videofragment, c.q. seksuele fantasie werd gemeten als genitale respons.

Ten behoeve van het bepalen van de interne validiteit, werden de erotische videofragmenten vergezeld van verscheidene cognitieve taken, variërend in moeilijkheidsgraad, die in toenemende mate bedoeld waren om te interfereren met de aandacht voor de erotische stimuli. Eerder onderzoek op dit gebied liet zien dat er een duidelijk remmende werking uitging van toenemende cognitieve afleiding op de erectie bij seksueel actieve mannen zonder seksuele disfunctie (Geer & Fuhr, 1976). Na een stabilisatieperiode van 3 minuten werd de gemiddelde penisomtrek gedurende 60 sec bepaald en als uitgangswaarde genomen. Tussen de stimuli in was er een pauze van 3 min zodat de erectie en de subjectieve seksuele beleving van de patiënt weer tot de normaalwaarde kon afnemen. De laatste 60 sec van het interstimulus interval werd gebruikt om de baseline van de erectie te berekenen.

Behalve de seksuele responsiviteit tijdens audiovisuele erotische stimulatie werd er tweemaal op de eerste dag een International Index for Erectile Function (IIEF)-vragenlijst afgenomen om het algemene seksuele functioneren van de patiënt voor en na de DHS-behandeling in kaart te brengen. De patiënten werden geïnstrueerd om op de eerste vragenlijst hun huidige seksuele activiteit en op de tweede vragenlijst hun seksuele activiteit enkele maanden voor de operatie in te vullen, een retrospectieve voormeting dus. De IIEF is een 15-punts, zelf-invul vragenlijst met 5 subschalen voor: erectiele functie, orgasmisch functioneren, mate van seksueel verlangen, tevredenheid na geslachtsgemeenschap en algehele seksuele tevredenheid en is psychometrisch geëvalueerd (Rosen, Riley, Wagner et al., 1997).

Resultaten

Lange-termijn evaluatie van 5 jaar in patiënt 1 en 8 maanden in patiënt 2 liet een tic-reductie van respectievelijk 90.1% en 82.6% zien. Het intelligentieniveau was voor beide bovengemiddeld (IQ's 108 en 114 respectievelijk). Preoperatief hadden beide patiënten op verbaal geheugen, en patiënt 2 voor gezichtsherkenning

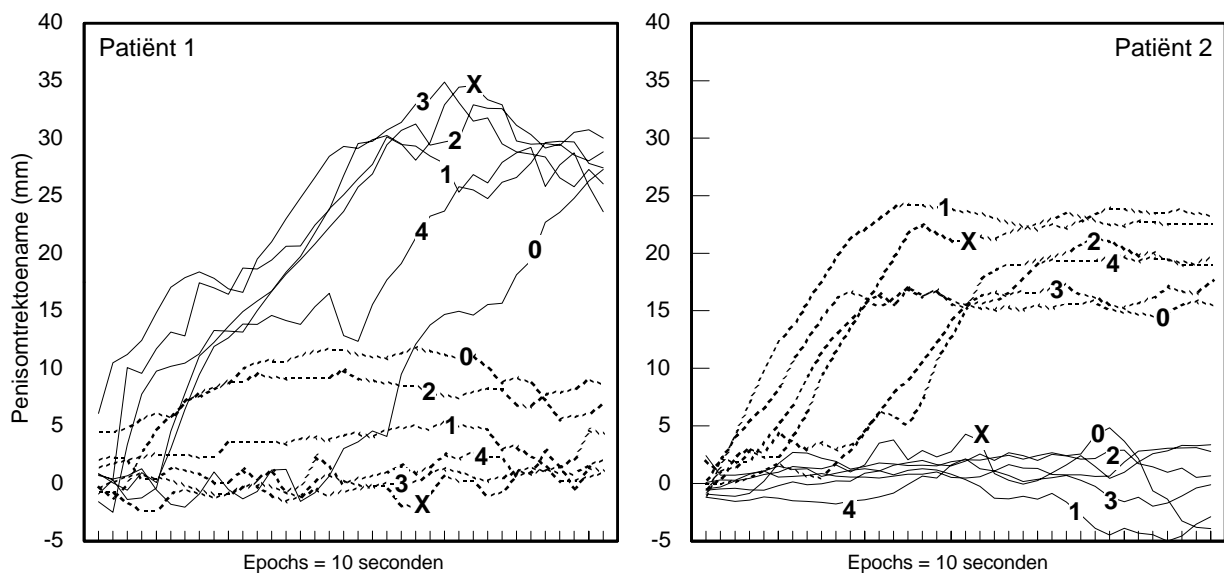
een laag gemiddelde score. Postoperatief bleven bij patiënt 1 de resultaten gelijk ten opzichte van de preoperatieve waarden. Patiënt 2 had een lagere score bij het merendeel van de reactietijd-taken, visuele reactietijd en vloeiend spraakgebruik. Het verbale geheugen en de score voor gezichtsherkenning verbeterden, mogelijk door een leereffect.

De patiënten rapporteerden middels retrospectieve anamnese een normaal niveau van seksueel functioneren. IIEF-scores echter toonden bij patiënt 2 een duidelijke toegenomen seksuele activiteit aan (tabel 2). Zoals figuur 2 laat zien heeft DHS van de thalamus een duidelijk effect op de genitale respons op visuele erotische stimulatie en seksuele fantasie onder laboratoriumomstandigheden bij deze twee patiënten. Patiënt 1 had vrijwel geen erectie in de stimulatie off-conditie, dit in tegenstelling tot patiënt 2 die een duidelijke erectie bemerkte. In de stimulatie on-conditie kreeg patiënt 1 sneller dan voorheen een erectie waarbij ook de omtrek toenam. Bij patiënt 2 werd in de stimulatie on-conditie de erectie nagenoeg volledig geremd. De bevindingen waren consistent voor elke sessie waarbij er 5 erotische videofragmenten te zien waren en een seksuele fantasie ingebeeld moest worden. De beide grafieken laten zien dat de effectgrootte van stimulatie 'on', resp. 'off' veel groter was dan van de manipulatie van de aandachtscapaciteit door middel van de afleidingstaken en van de verschillende erotische stimu-

li. Immers, de bundels met doorlopende lijnen die de erectie tijdens de stimulatie ON weergeven liggen bij beide deelnemers, ondanks de zichtbare variabiliteit die samenhangt met enerzijds de vijf verschillende erotische videofragmenten en anderzijds de vijf verschillende afleidingstaken en de fantasietaak, aanzienlijk dichter bij elkaar dan bij de bundel met gestippelde lijnen, die de erectiele respons tijdens de "stimulatie OFF" meting weergeven. De subjectieve seksuele beleving bleek bij beide patiënten een aanzienlijke concordantie te vertonen met de genitale reactie tijdens de stimulatie in de 'on-' en 'off' conditie (figuur 3). Ook de subjectieve opwinding bleek bij patiënt 1 sterker in de "stimulatie ON", en bij patiënt 2 in de "stimulatie OFF" situatie.

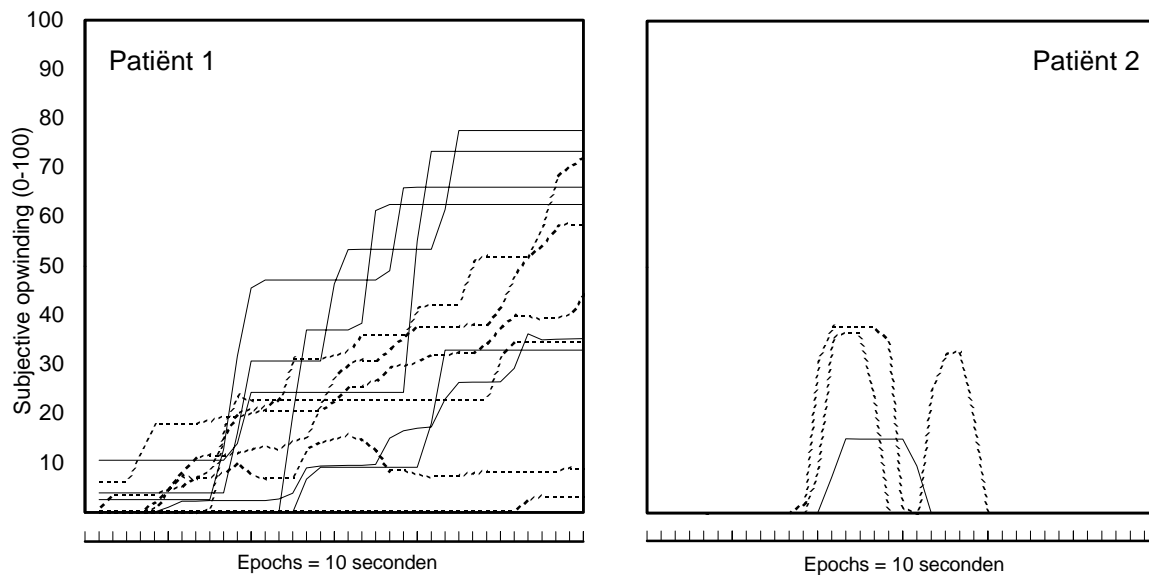
Discussie

Twee patiënten met een medicamenteus en psychotherapeutisch uitbehandelde vorm van GTS ondergingen DHS van de thalamus. Beide patiënten rapporteerden, retrospectief, normale preoperatieve seksuele opwinding, erecties en ejaculaties, hetgeen bevestigd werd door de partners. Een specifieke seksuele anamnese en onderzoek werd preoperatief evenwel niet verricht omdat er op dat ogenblik geen effect verwacht werd van de DHS op het seksueel functioneren. Postoperatief bemerkten beide patiënten een verandering in hun seksuele reacties. Opmerkelijk was dat de patiënten het



Figuur 2. De snelheid en omvang van de erectie gedurende 5 erotische videofragmenten en een seksuele fantasie met stimulatie aan en 12 uur uit. Tijdens de videopresentaties werd afleidingssterkte gemanipuleerd.

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| ----- 0 = OFF: Geen cijfers | —— 0 = ON: Geen cijfers |
| ----- 1 = OFF: Alleen luisteren | —— 1 = ON: Alleen luisteren |
| ----- 2 = OFF: Nazeggen | —— 2 = ON: Nazeggen |
| ----- 3 = OFF: Optellen | —— 3 = ON: Optellen |
| ----- 4 = OFF: Classificeren | —— 4 = ON: Classificeren |
| ----- X = OFF: Seksuele fantasie | —— X = ON: Seksuele fantasie |



Figuur 3: de door de patiënt m.b.v. een draaiknop aangeduide subjectieve seksuele opwinding tijdens 5 erotische videofragmenten en een seksuele fantasie met stimulatie aan en 12 uur uit. Tijdens de videopresentaties werd afleidingssterkte gemanipuleerd.

----- OFF: Geen cijfers	—— ON: Geen cijfers
----- OFF: Luisteren	—— ON: Luisteren
----- OFF: Nazeggen	—— ON: Nazeggen
----- OFF: Optellen	—— ON: Optellen
----- OFF: Classificeren	—— ON: Classificeren
----- OFF: Seksuele fantasie	—— ON: Seksuele fantasie

tegengestelde effect van ingeschakelde thalamische stimulatie opmerkten, namelijk een versterkte (patiënt 1) versus geremde (patiënt 2) respons. In deze studie werden de genitaal-fysiologische en subjectieve ervaringen geobjectiveerd. Onder laboratoriumomstandigheden zorgde thalamische stimulatie voor een toegenomen erectie in patiënt 1 en voor geen erectie in patiënt 2. Dit bevestigt dat tegengestelde effecten mogelijk kunnen zijn bij zo goed als identieke casussen. Niet alleen deze verschillende peniele reacties, maar ook de subjectieve beleving op erotische videofragmenten zouden verklaard kunnen worden door een verschil in de plaatsing van de stimulatielektroden en de hogere stroomsterkte bij patiënt 2. DHS van de thalamus oefent waarschijnlijk een effect uit op het complexe neuronale netwerk dat betrokken is bij het moduleren van seksueel gedrag waarvan de amygdala en de orbito-frontale cortex ook een onderdeel vormen (Karama et al., 2002). Het verschil in de positie van de elektroden kan daarom het tegengestelde effect verklaren, doordat er mogelijk een differentiële organisatie bestaat van inhibitorische en excitatoire projecties in dit gebied. Het verschil in lokalisatie van de elektroden is bevestigd middels postoperatieve MRI, waarop duidelijk te zien was dat de elektroden in het mediale deel van de thalamus gelegen waren met een 2-mm asymmetrische plaatsing in het medio-laterale vlak (figuur 1).

Een andere (gedeeltelijke) verklaring voor het verschil in peniele reactie kunnen de stimulatieparameters zijn, benodigd voor een optimaal motorisch effect. Patiënt 2 gebruikt een relatief hoge stimulus amplitude (6.4V) om zijn tics in bedwang te houden. Het is bekend dat dit mogelijk leidt tot meer diffuse beïnvloeding van nabijgelegen gebieden. Zodoende zou het seksueel remmend effect van DHS in patiënt 2 veroorzaakt kunnen worden door een diffuus verspreide neuronale inhibitie van de mediale thalamus daar het klinisch effect van DHS gelijk is aan ablatieve chirurgie. Voor patiënt 1 zou door een relatief lage amplitude (1.6V) een parallel thalamische circuit direct of indirect geactiveerd kunnen worden hetgeen juist zou kunnen leiden tot een verbetering van de peniele respons.

Verschillende studies veronderstellen dat een dysfunctie van de cortico-basale ganglia-thalamocorticale circuits als pathofysiologisch proces ten grondslag ligt aan GTS. De Spv en Cm kernen spelen een belangrijke 'poort' rol in de regulatie van deze circuits (Vandewalle et al., 1999). DHS moduleert waarschijnlijk dit "poortmechanisme". Data uit preklinische studies suggereren dat de thalamische caudale en laterale intralaminaire kernen betrokken zijn bij de regulatie van de projectie vanuit de spinothalamische baan naar de preoptische gebieden, amygdala, temporaalkwab en de frontale cortex (Steers, 2000). DHS van dit gebied kan

interfereren met de elektrische activiteit van dit poortmechanisme wat zou kunnen resulteren in verschillen in erectiele reacties op seksuele stimuli. De mogelijke betrokkenheid van de thalamus in peniele erecties bij mensen is ook met behulp van Blood Oxygen Level-dependent (BOLD) functionele MRI aangetoond (Montorsi, Perani, Anchisi, Salonia et al., 2003; Park, Seo, Kang, Ryu et al., 2001). Beide studies bevestigden de thalamische activatie na visuele erotische stimuli. Arnow et al. onderzochten in een vergelijkbaar onderzoek de relatie tussen seksuele beleving en hersenactiviteit in jonge, gezonde heteroseksuele personen (Arnow, Desmond, Banner, Glover et al., 2002). In tegenstelling tot de eerder genoemde studies werden geen specifieke veranderingen ter hoogte van de thalamus opgemerkt in reactie op erotische videofragmenten.

Samenvattend zijn er aanwijzingen op basis van zowel de literatuur als van de huidige casuïstiek, dat de thalamus een belangrijke rol speelt in seksuele beleving en peniele erectie. De exacte functionele en spatiële organisatie van de schakelkernen van de thalamus, waarin de spinothalamische baan opwaarts naar de preoptische gebieden, de amygdala en de temporale lob geleid wordt en vanuit de orbitofrontale cortex weer stroomafwaarts gaat naar het spinale systeem, blijft onduidelijk. Nader onderzoek is dan ook noodzakelijk om de veronderstelde spatiële organisatie te verduidelijken en zo het functioneren van erectie op supraspinaal niveau te kunnen begrijpen.

Conclusie

De vraag of erectie aan- en uitgezet kan worden zou beantwoord worden indien er een centraal erectiecentrum zou bestaan. Vooralsnog zijn daar geen aanwijzingen voor.

Onze bevindingen suggereren dat de midline en intralaminaire thalamische kernen een mogelijk belangrijke rol spelen in peniele erectie en dat deze gemoduleerd kan worden door HFS van deze kernen. Echter het aantal patiënten (2) is te klein om valide uitspraken te doen.

Dankwoord

De huidige studie werd ondersteund met subsidies vanuit ZonMw nr: 940-37-027 en de Hersenstichting nrs. 10F02.13 and 10F03.19.

Literatuur

Arnow, B.A., Desmond, J.E., Banner, L.L., Glover, G.H., Solomon, A., Polan, M.L., Lue, T.F., & Atlas, S.W. (2002). Brain activation and sexual arousal in healthy, heterosexual males. *Brain*, *125*, 1014-1023.

- Barlow, D.H., Becker, R., Leitenberg, H., & Agras, W.S. (1970). A mechanical strain gauge for recording penile circumference change. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *3*, 73-76.
- Geer, J.H., & Fuhr, R. (1976). Cognitive factors in sexual arousal: The role of distraction. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *44*, 238-243.
- Giuliano, F., & Rampin, O. (2000). Central neural regulation of penile erection. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *24*, 517-533.
- Jankovic, J. (2001). Tourette's syndrome. *The New England Journal of Medicine*, *345*, 1184-1192.
- Karama, S., Lecours, A.R., Leroux, J.M., Bourgouin, P., Beaudoin, G., Joubert, S., & Beaugard, M. (2002). Areas of brain activation in males and females during viewing of erotic film excerpts. *Human Brain Mapping*, *16*, 1-13.
- Leckman, J.F. (2002). Tourette's syndrome. *Lancet*, *360*, 1577-1586.
- Lue, T.F. (2000). Erectile dysfunction. *New England Journal of Medicine*, *342*, 1802-1813.
- McKenna, K.E. (2000). Some proposals regarding the organization of the central nervous system control of penile erection. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *24*, 535-540.
- Montorsi, F., Perani, D., Anchisi, D., Salonia, A., Scifo, P., Rigioli, P., Deho, F., De Vito, M.L., Heaton, J., Rigatti, P., & Fazio, F. (2003). Brain activation patterns during video sexual stimulation following the administration of apomorphine: Results of a placebo-controlled study. *European Urology*, *43*, 405-411.
- Muller-Vahl, K.R. (2002). The treatment of Tourette's syndrome: Current opinions. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, *3*, 899-914.
- Park, K., Seo, J.J., Kang, H.K., Ryu, S.B., Kim, H.J., & Jeong, G.W. (2001). A new potential of blood oxygenation level dependent (BOLD) functional MRI for evaluating cerebral centers of penile erection. *International Journal of Impotence Research*, *13*, 73-81.
- Rampin, O., Bernabe, J., & Giuliano, F. (1997). Spinal control of penile erection. *World Journal of Urology*, *15*, 2-13.
- Rampin, O., & Giuliano, F. (2001). Brain control of penile erection. *World Journal of Urology*, *19*, 1-8.
- Robertson, M.M. (2000). Tourette syndrome, associated conditions and the complexities of treatment. *Brain*, *123*, 425-62.
- Rosen, R.C., Riley, A., Wagner, G., Osterloh, I.H., Kirkpatrick, J., & Mishra, A. (1997). The international index of erectile function (IIEF): A multidimensional scale for assessment of erectile dysfunction. *Urology*, *49*, 822-830.
- Rosen, R.C., & Sachs, B.D. (2000). Central mechanisms in the control of penile erection: Current theory and research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *24*, 503-505.
- Sewards, T.V., & Sewards, M.A. (2003). Representations of motivational drives in mesial cortex, medial thalamus, hypothalamus and midbrain. *Brain Research Bulletin*, *61*, 25-49.

- Steers, W.D. (2000). Neural pathways and central sites involved in penile erection: Neuroanatomy and clinical implications. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24, 507-716.
- Vandewalle, V., van der Linden, C., Groenewegen, H.J., & Camaert, J. (1999). Stereotactic treatment of Gilles de la Tourette syndrome by high frequency stimulation of thalamus. *Lancet*, 353, 724.

Abstract

Deep brain stimulation of the thalamus can influence penile erection

Bilateral high frequency stimulation (HFS) of the thalamus was performed in two patients with intractable Tourette's Syndrome (TS). Electrodes were implanted in the thalamus at the level of the nucleus ventro-oralis internus, centro-median nucleus and the substantia periventricularis. Post-operatively, at home, the patients reported a contrary effect of HFS on their erection. Patient 1 reported stimulation, while patient 2 noticed an inhibitory effect on the erection. Laboratory testing of penile erection in response to various erotic video clips was performed in stimulation on and off conditions. HFS of the thalamus was found to have a profound impact, stimulatory and inhibitory on the genital response to visual erotic stimulation and sexual fantasy under laboratory conditions.
