

## Samenvatting, conclusies, bespreking van de doelstellingen, toekomstig onderzoek

Het is de bedoeling met deze studie een bijdrage te leveren aan de kennis over de adaptatie van de kaakspieren na chirurgische voorwaartse verplaatsing van de onderkaak bij short- face en bij long- face patiënten. De verschillen in de resultaten van de bilaterale sagittale splijtingsosteotomie (BSSO), zoals die zich voordoen tussen short- face en long- face patiënten, zijn door de jaren heen het onderwerp geweest van uitgebreid onderzoek. Er bestaat een verschil in recidiefneiging tussen deze beide skelettypen. Bovendien is er een verhoogd risico op condylaire resorptie aangetoond bij long- face patiënten. Tot voor kort was er geen informatie beschikbaar over postoperatieve veranderingen van grootte en richting van de kaakspieren en over de invloed die deze veranderingen zouden kunnen hebben op de belasting van de condylus en, als gevolg daarvan, op condylaire resorptie. Om die reden werd een onderzoek opgezet met de volgende doelstellingen:

- Het berekenen en vergelijken van de cross- sectional area (grootste dwarsdoorsnede) en het volume van de m. Masseter, de m. Pterygoïdeus medialis, de m. Pterygoïdeus lateralis en de voorste buik van de m. Digastricus in een groep patiënten voorafgaande aan behandeling en minimaal een jaar na chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal.
- Het berekenen en vergelijken van de richting van de m. Masseter, de m. Pterygoïdeus medialis, de m. Pterygoïdeus lateralis en de voorste buik van de m. Digastricus in een groep patiënten voorafgaande aan behandeling en minimaal een jaar na chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal.
- Het vergelijken van de pre- en postoperatieve gegevens over cross- sectional area en volume van deze spieren tussen een groep Angle klasse II patiënten met een short face en een groep Angle klasse II patiënten met een long face.
- Het vergelijken van de verschillen van de pre- en postoperatieve richting van de kaakspieren en het vergelijken van die verschillen tussen beide patiëntengroepen.
- Het berekenen van de rotaties van de proximale segmenten (condyli) in het sagittale en het axiale vlak door de ventraalwaartse chirurgische verplaatsing van de onderkaak en het vergelijken van de resultaten van die metingen tussen beide patiëntengroepen.
- Het ramen van de verandering van de belasting van de condyli als gevolg van chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal, bij beide patiëntengroepen.

In hoofdstuk 2 wordt de adaptatie van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis na chirurgische procedures met ventraalwaartse verplaatsing van de mandibula beschreven in een groep van 5 short- face en 7 long- face patiënten. Alle patiënten werden behandeld met een verlengings BSSO. Bij de long- face patiënten werd tevens een Le Fort I osteotomie met dorsale impactie uitgevoerd. Een significante afname van de cross- sectional area en het volume van beide spieren werd aangetoond. De afname van cross- sectional area en volume was mogelijk, maar niet significant, iets sterker bij de long- face patiënten. De afname van de spiergrootte is verenigbaar met een scenario waarin de biomechanische eigenschappen van het kauwstelsel verbeteren. De afname kan echter ook passen bij een verminderde functie van deze kaaksluiters na chirurgische ventraalwaartse verplaatsing van de mandibula.

Hoofdstuk 3 beschrijft de adaptatie van twee spieren die betrokken zijn bij het openen

van de mond, de m. Pterygoideus lateralis en de voorste buik van de m. Digastricus. De patiëntengroep bestond uit 18 personen; 7 met short- face en 11 met long- face morfologie. Acht van de long- face patiënten werden behandeld met een Le Fort I osteotomie in combinatie met een BSSO met ventraalwaartse verplaatsing van de mandibula. Het volume van de m. Pterygoideus lateralis nam na operatie significant toe bij de short- face patiënten. De cross- sectional area van deze spier nam significant af bij de patiënten die waren behandeld met een bimaxillaire osteotomie. De chirurgische therapie lijkt daarvoor een belangrijke factor voor de mate van adaptatie van de m. Pterygoideus lateralis. De voorste buik van de m. Digastricus vertoonde een onregelmatig adaptatiepatroon

Hoofdstuk 4 behandelt de richting van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis bij een groep van 16 personen, bestaande uit 8 short- face en 8 long- face patiënten. De long- face patiënten werden behandeld met een bimaxillaire osteotomie. De lijn (de spierrichting) door de centroïden van de spierdwarsdoorsneden, werd berekend. De projectie van deze lijn op een sagittaal en een frontaal vlak loodrecht op het axiale scanvlak werd gebruikt om de sagittale en frontale richting van de spier pre- en postoperatief te berekenen. De sagittale en frontale momentarmen van de spieren werden berekend vanuit de rechter condylus. De sagittale richting van beide spieren was postoperatief significant ( $9^\circ$ ) meer verticaal in de groep long- face patiënten. De verandering kon volledig worden verklaard door de voorwaartse (counterclockwise) rotatie ( $6^\circ$ ) van de proximale osteotomiesegmenten. In het frontale vlak kantelde de richting van de spieren gering naar mediaan, terwijl de hoek tussen beide spieren toenam. De momentarmen veranderden gemiddeld niet significant. De significante verschillen in de groep long- face patiënten suggereren dat er veranderingen van de biomechanische eigenschappen van het kauwstelsel optreden bij long- face patiënten met mandibulaire hypoplasie na behandeling met bimaxillaire chirurgie.

Hoofdstuk 5 behandelt de verandering van de statische en dynamische belasting van de condyli die zou kunnen optreden na ventraalwaartse verplaatsing van het occlusievlak en na verandering van de richting van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis. De rotaties van de proximale segmenten (condyli) in het sagittale en het axiale vlak, als gevolg van de BSSO, worden gepresenteerd. De spier- en skeletgegevens van de 8 short- face en de 8 long- face patiënten uit de vorige studies werden gebruikt voor dit onderzoek. Daaraan werden de uitkomsten van de metingen van de lengte van de momentarm van de bijtkracht en de metingen van de rotaties van de condyli toegevoegd. De verwachte postoperatieve toename van de statische gewrichtsreactiekracht bleek gering te zijn, vooral in de long- face groep. Dit werd veroorzaakt door de onverwacht geringe afname van het mechanisch voordeel van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis in de long- face groep.

De dynamische gewrichtsreactiekracht tijdens mondopening nam postoperatief in beide groepen af. Slechts een gering, voorheen onbelast, deel van het condylaire oppervlak werd, door de sagittale rotatie van het proximale segment, betrokken bij de articulatie. De resultaten van dit onderzoek bieden geen steun aan de theorie, dat toegenomen belasting van de condylus en counterclockwise rotatie van de condylus de oorzaken zijn van condylaire resorptie en recidief.

In hoofdstuk 6 worden de skelet- en spierveranderingen na BSSO met ventraalwaartse verplaatsing beschreven en er wordt getracht een relatie te leggen met postoperatieve condylaïre veranderingen en recidief.

De afname van de cross-sectional area en het volume van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis doet vermoeden dat deze spieren zich hebben aangepast aan de nieuwe situatie en dat er niet langer sprake is van atrofie door tijdelijke vermindering van functie (disuse atrophy). Het is niet aannemelijk dat de aangepaste mm. Masseter en Pterygoideus medialis meer bijkracht genereren en daardoor de krachten op de condyli doen toenemen. De m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis lijken daardoor geen bijdrage te leveren aan postoperatieve condylaïre resorptie. Het kauwvermogen lijkt niet verbeterd te worden door orthodontisch- chirurgische behandeling van Angle klasse II afwijkingen. Het is wel aannemelijk dat de effectiviteit van het kauwproces er door toeneemt.

### **Bespreking van de doelstellingen**

*Het berekenen en vergelijken van de cross-sectional area en het volume van de m. Masseter, de m. Pterygoideus medialis, de m. Pterygoideus lateralis en de voorste buik van de m. Digastricus in een groep patiënten voorafgaande aan behandeling en minimaal een jaar na chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal.*

*Het vergelijken van de pre- en postoperatieve gegevens over cross-sectional area en volume van deze spieren tussen een groep short-face en een groep long-face patiënten.*

Het was niet moeilijk om patiënten te motiveren om deel te nemen aan dit onderzoeksproject. Helaas was er, om diverse redenen, toch enige uitval van patiënten. Een patiënt bleek te lijden aan claustrofobie. Zij durfde niet voor de tweede keer aan het MRI onderzoek deel te nemen. Enkele anderen hadden bezwaren tegen het verwijderen van de C-C bars voor de MRI en het herplaatsen van deze retentiedraden na afloop van het onderzoek. Bij sommige patiënten werd de indicatie veranderd tijdens de orthodontische behandeling. Enkele patiënten waren verhuisd en konden niet meer terugkomen voor het postoperatieve MRI- onderzoek. Het was desondanks mogelijk voldoende patiënten te includeren om een short-face en een long-face groep samen te stellen waarvan de gegevens statistisch konden worden bewerkt.

*Het berekenen en vergelijken van de richting van de m. Masseter, de m. Pterygoideus medialis, de m. Pterygoideus lateralis en de voorste buik van de m. Digastricus in een groep patiënten voorafgaande aan behandeling en minimaal een jaar na chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal.*

*Het vergelijken van de verschillen van de pre- en postoperatieve richting van de kaakspieren en het vergelijken van die verschillen tussen short-face en long-face patiënten.*

De software waarmee de richting van de spieren werd berekend heeft goed gefunctioneerd en heeft reproduceerbare uitkomsten opgeleverd. Het heeft enige moeite gekost om de pre- en postoperatieve beelden “over elkaar te leggen” teneinde de richting van de spieren voor en na behandeling te kunnen vergelijken. De resultaten in hoofdstuk 4 tonen aan dat er significante veranderingen optreden in de richting van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis bij long-face patiënten die worden behandeld met bi-maxillaire chirurgie.

*Het berekenen van de rotaties van de proximale segmenten (condyli) in het sagittale en het axiale vlak door de ventraalwaartse chirurgische verplaatsing van de onderkaak en het vergelijken van de resultaten van die metingen tussen short-face en long-face patiënten. Het ramen van de verandering van de belasting van de condyli als gevolg van chirurgische verplaatsing van de mandibula naar ventraal, bij beide patiëntengroepen.*

Het was, door de verschillende richtingen van de MRI sequenties, mogelijk de rotaties van de condyli in het sagittale en het axiale vlak te meten. De rotaties in het sagittale vlak waren in overeenstemming met resultaten uit de literatuur. In het axiale vlak traden slechts geringe rotaties op.

Het was mogelijk een raming te maken van de verandering van de statische belasting van de condyli als gevolg van de verandering van de richting van de m. Masseter en de m. Pterygoideus medialis. In het vereenvoudigde tweedimensionale statische model kon de invloed van de overige kaakspieren niet worden geïncorporeerd.

De pre- en de postoperatieve dynamische belasting van de condyli werd geraamd door de coördinaten van de m. Masseter, de mm. Pterygoideus medialis en lateralis en van de voorste buik van de m. Digastricus in te voeren in driedimensionale computermodellen van het menselijk kauwstelsel. Het was niet mogelijk de belasting van de condyli tijdens kauwbewegingen te ramen.

### **Toekomstig onderzoek**

Er zou meer inzicht kunnen worden verkregen in het proces van adaptatie van de kaakspieren, indien MRI's zouden worden vervaardigd op de volgende momenten: voorafgaand aan de orthodontische behandeling, direct voorafgaande aan de operatie, zes weken, twee en vijf jaar na de operatie. De kosten van het onderzoek zouden hierdoor uiteraard toenemen. Daarnaast is orthodontische apparatuur nodig die de beeldvorming niet verstoort. Het lijkt reëler het huidige onderzoeksprotocol uit te breiden met een MRI vijf jaar na operatie, om de veranderingen op lange termijn te kunnen meten. Het gebruik van titanium retentiedraden is wenselijk omdat daardoor de noodzaak tot verwijdering van de C-C bars voorafgaand aan het MRI-onderzoek komt te vervallen.

Software die de hele spier automatisch kan segmenteren kan, bij vergelijkbare onderzoeksprojecten, de hoeveelheid handwerk aanzienlijk verminderen.

De op dit moment beschikbare software die de pre- en postoperatieve beelden kan "matchen", kan bijdragen aan de nauwkeurigheid van de vergelijkingen. Het gebruik van dergelijke software bij toekomstig onderzoek wordt dan ook aanbevolen.

Om meer inzicht te verkrijgen in de spierrichting is het van belang spierwerklijnen te kunnen berekenen bij verschillende posities van de onderkaak tijdens de kauwbeweging. Hiervoor zijn dynamische, in vivo beeldvormingstechnieken noodzakelijk.

Een prospectief onderzoek naar de veranderingen van de biomechanische eigenschappen van het kauwstelsel bij short-face en long-face patiënten is wenselijk. In dit onderzoek

zouden de pre- en postoperatieve bijtkracht, het pre- en postoperatieve kauwendement, de pre- en postoperatieve cross-sectional area, volume en richting van de kaakspieren moeten worden vergeleken, samen met de pre- en postoperatieve momentarmen van de kaakspieren en de bijtkracht. Ook de pre- en postoperatieve positie en vorm van de condyli zouden moeten worden vergeleken. Het pre- en het postoperatieve dieet en het effect van pre- en postoperatieve training van de “kaaksluiters” zou kunnen worden bestudeerd in dezelfde patiëntengroep. Waarschijnlijk is een multicenter studie nodig om een voldoende aantal patiënten te kunnen includeren.

Voorts lijkt een in vitro studie naar de druk op de kaakgewrichten als gevolg van het oprekken van de weke delen rond de kin (de myofasciale enveloppe) gewenst.

Teneinde de rol van de positie van de discus bij het ontstaan van condylaire resorptie na orthognatische chirurgie te kunnen bepalen, is het wenselijk een prospectief randomized dubbelblind onderzoek op te zetten. Hiertoe is een protocol nodig dat de patiënten willekeurig toewijst aan een van twee behandelingsgroepen. Alle patiënten zouden hetzelfde type orthognatische chirurgie moeten ondergaan. Preoperatieve MRI's van alle patiënten dienen uitsluitend te geven over de positie van de discus. Indien nodig zou, voorafgaand aan de BSSO, chirurgische repositie van de discus dienen plaats te vinden in de ene, maar niet in de andere behandelingsgroep. Om steekhoudende conclusies aan een dergelijk onderzoek te kunnen verbinden is lange termijn follow-up van een grote groep patiënten noodzakelijk.