



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Subtalar joint kinematics and arthroscopy: insight in the subtalar joint range of motion and aspects of subtalar joint arthroscopy

Beimers, L.

Publication date
2012

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Beimers, L. (2012). *Subtalar joint kinematics and arthroscopy: insight in the subtalar joint range of motion and aspects of subtalar joint arthroscopy*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, P.O. Box 19185, 1000 GD Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

syndrome, os trigonum syndrome and subtalar arthrodesis demonstrated the use of subtalar joint arthroscopy. It was concluded that the technique of subtalar joint arthroscopy has slowly evolved as an alternative to open subtalar surgery. In addition, there is a need for prospective clinical studies to provide detailed information on the results and complications of subtalar joint arthroscopy.

Chapter 7

In Chapter 7 we reported on the technique and outcome of the arthroscopic subtalar arthrodesis in patients with a symptomatic talocalcaneal coalition using the posterior hindfoot approach and an accessory sinus tarsi portal. The prone position of the posterior hindfoot approach allows the use of the standard posterolateral and posteromedial portals. It also allows for accurate control of hindfoot alignment during surgery. Furthermore, the introduction of talocalcaneal lag screws is convenient with the patient in the prone position. Arthroscopic subtalar arthrodesis in patients with a talocalcaneal coalition presents a technical challenge as the subtalar joint space is limited and the workspace in the hindfoot is reduced. An accessory portal at the level of the sinus tarsi is created to introduce a large diameter blunt trocar to open up the subtalar joint and providing more workspace for an arthroscopic subtalar joint arthrodesis. Due to the curved geometry of the posterior subtalar joint, removal of the anterior articular cartilage is impossible by means of the posterior portals only. An advantage of the 3-portal approach is that ring curettes can be introduced through the accessory sinus tarsi portal to remove the articular cartilage of the anterior part of the posterior talocalcaneal joint. In all 3 patients with a symptomatic talocalcaneal coalition it was possible to carry out a successful arthroscopic subtalar arthrodesis using the 3-portal technique. Bony fusion of the subtalar arthrodesis was achieved and no complications occurred. It was concluded that with the 3-portal technique, a safe and time-efficient arthroscopic subtalar arthrodesis can be performed even in cases with limited subtalar joint space such as in symptomatic talocalcaneal coalition.

Samenvatting

Introductie

Het doel van dit proefschrift was ten eerste om meer inzicht te krijgen in het normale totale bewegingsbereik van het subtalaire gewricht. Ten tweede, om kennis op te doen van het totale bewegingsbereik van het subtalaire gewricht na twee verschillende voetoperaties voor de behandeling van de flexibele pes planus bij volwassenen. En tenslotte, om bij te dragen aan de wetenschap over de arthroscopische behandeling van aandoeningen van het subtalaire gewricht. Geavanceerde beeldvormende technieken bieden de mogelijkheid om de beweeglijkheid van gewrichten gedetailleerd in-vivo te onderzoeken. Een nieuwe methode werd ontwikkeld waarbij de beweeglijkheid van de gewrichten in-vivo kon worden berekend op basis van segmentatie van de botten in computer tomografie (CT) data. Na botsegmentatie werden de contouren van de botten in de CT data geregistreerd. Met deze gegevens werden de rotaties en translaties van de botten ten opzichte van elkaar berekend. De ontwikkelde bot contour methode met gebruik van CT data (CT-BCM) werd eerst vergeleken met de huidige gouden standaard, de röntgen stereofotogrammetrie analyse (RSA). De CT-BCM techniek werd vervolgens toegepast om het normale totale bewegingsbereik van het subtalaire gewricht te meten in 20 gezonde vrijwilligers. CT-BCM kan eveneens worden gebruikt om het effect van chirurgisch ingrijpen op de beweeglijkheid van de gewrichten te evalueren. Het totale bewegingsbereik van het enkelgewricht en het subtalaire gewricht na twee verschillende laterale kolomverlenging procedures als behandeling voor een redresseerbare volwassen pes planus werd onderzocht met de CT-BCM methode. De techniek van het operatief vastzetten van het subtalaire gewricht, de subtalaire arthrodese, werd geanalyseerd op basis van een literatuur studie. Beschreven voorkomende problemen gerelateerd aan de operatieve subtalaire arthrodese werden geanalyseerd en theoretische oplossingen voor deze problemen werden aangedragen. Vervolgens werd een overzicht van de huidige literatuur over de arthroscopie van het subtalaire gewricht gepresenteerd. Tenslotte werd een geoptimaliseerde arthroscopische techniek gepresenteerd voor patiënten met een symptomatische talocalcaneale coalitie. Deze techniek is gebaseerd op de posterieure arthroscopische benadering met de patiënt in buikligging in combinatie met een extra laterale toegangsweg ter hoogte van de sinus tarsi. De resultaten van deze studies zijn samengevat in de volgende paragrafen.

Hoofdstuk 2

In tegenstelling tot het enkelgewricht, is gedetailleerde kennis over de kinematica van het subtalaire gewricht relatief schaars. Het ontbreken van externe anatomische herkenningspunten van de talus in combinatie met de complexe geometrie van het subtalaire

gewricht zijn factoren die gedetailleerde studie van de beweeglijkheid van het subtalaire gewricht bemoeilijken. De nadelen van bewegingsstudies met de huidige gouden standaard, de röntgen stereofotogrammetrie analyse (RSA) zijn de invasiviteit van RSA, het risico van infectie, mogelijke beschadiging van gewrichtskraakbeen en onjuiste plaatsing van de bot markers. Een bot segmentatie en contour registratie techniek op basis van computer tomografie (CT) data (CT-BCM) werd ontwikkeld om relatieve bot-bot bewegingen in-vivo te analyseren. Het doel van de CT-BCM techniek was om gedetailleerde informatie te verkrijgen over de positie en de oriëntatie van de botten van het enkelgewricht en subtalaire gewricht in-vivo. In hoofdstuk 2 werd de nauwkeurigheid van CT-BCM vergeleken met de gouden standaard voor het meten van relatieve bot-bot bewegingen, de RSA. Tantalum bot markers werden geplaatst in de distale tibia, talus en calcaneus van een kadaver. Met een gefixeerd onderbeen werd de enkel in een neutrale stand gepositioneerd. Vervolgens werd de voet in acht verschillende richtingen belast waardoor de gewrichten in een maximale eindstand werden gedwongen. In iedere stand werd, direct na het maken van een CT-scan van de enkel, RSA fotografie verricht. Na CT-BCM en RSA werden de schroevingsassen berekend voor de totale beweeglijkheid van het enkelgewricht en subtalaire gewricht van de neutrale stand naar de eindstanden. Tevens werden de schroevingsassen van beide gewrichten berekend voor de bot-bot bewegingen van een bepaalde eindstand naar een tegengestelde eindstand (vier bewegingen). Deze studie toonde dat de gemeten onnauwkeurigheid van de CT-BCM methode nagenoeg gelijk was als die van de RSA. Hieruit kan worden geconcludeerd dat CT-BCM een nauwkeurige en toegankelijke methode voor het bestuderen van bot-bot bewegingen in-vivo is.

Hoofdstuk 3

In dit hoofdstuk werd de normale totale beweeglijkheid van het subtalaire gewricht gemeten met behulp van CT-BCM. In 20 gezonde proefpersonen werd een externe belasting op de voethouder aangebracht om de voet in acht verschillende eindstanden te positioneren. CT scans werden gemaakt met de enkel en voet in een neutrale positie ten opzichte van de tibia en in elk van de acht verschillende eindstanden. Met behulp van CT-BCM werden de schroevingsassen berekend voor de relatieve bot-bot bewegingen van de calcaneus ten opzichte van de talus voor de vier verschillende bewegingen tussen twee tegengestelde eindstanden. De unieke schroevingsassen werden weergegeven in een coördinatensysteem uitgaande van de geometrische hoofdasen van de talus van de betreffende proefpersoon. De grootste relatieve bot-bot beweging van de calcaneus ten opzichte van de talus werd gemeten

voor de beweging van de voet tussen de eindstanden maximale eversie naar maximale inversie met een gemiddelde rotatie om de schroevingsas van $37,3 \pm 5,9^\circ$ en een gemiddelde translatie van $2,3 \pm 1,1$ mm. De schroevingsas voor de totale beweging van het subtalaire gewricht tussen twee tegengestelde eindstanden van de voet was consistent in de groep van 20 proefpersonen, behalve voor de beweging tussen de eindstanden dorsaalflexie en plantairflexie. De conclusie was dat voor eindstanden met een belangrijke eversie en inversie component, de schroevingsas parameters een hoge mate van consistentie lieten zien in de groep van 20 proefpersonen. De richting van de schroevingsas van het subtalaire gewricht was als volgt; van postero-lateraal-inferieur naar antero-mediaal-superieur. De gemeten inclinatiehoek van de gemiddelde schroevingsas toonde weinig variatie in de groep van 20 proefpersonen. Enige variatie werd gevonden voor de deviatiehoek van de gemiddelde schroevingsas. CT-BCM kan worden toegepast als een methode voor kwantificering van de totale beweeglijkheid van het subtalaire gewricht voor en na operaties van de enkel en/of achtervoet.

Hoofdstuk 4

Operatieve verlenging van de benige laterale kolom van de voet is een vaak gebruikte operatieve behandelingsoptie voor een flexibele pes planus deformiteit in volwassen patiënten. In hoofdstuk 4 werden de uitkomsten beschreven van een onderzoek naar het postoperatieve bewegingsbereik van het enkelgewricht en het subtalaire gewricht in twee groepen patiënten behandeld met een laterale kolom verlengingsprocedure. De calcaneocuboid distractie-arthrodese (CCDA) en de anterieure calcaneus open wig distractie-osteotomie (ACDO) werden vergeleken in twee groepen van vijf patiënten met een symptomatische flexibele pes planus deformiteit. Augmentatie van de tibialis posterior pees werd in dezelfde operatieve sessie verricht bij alle patiënten als toevoeging op de CCDA of ACDO procedure. De hypothese van deze studie was dat de ACDO procedure voor de symptomatische flexibele pes planus deformiteit de voorkeur zou hebben omdat de CCDA het mogelijke nadeel heeft van het beperken van de beweeglijkheid van de achtervoet vanwege het vastzetten van het calcaneocuboid gewricht. Deze hypothese is gebaseerd op het concept van de onderlinge afhankelijkheid van de beweeglijkheid van de gewrichten van de voetwortel. Dit houdt in dat verstijving van een gewricht in de voetwortel nadelige gevolgen heeft voor de beweeglijkheid van de overige omliggende gewrichten, omdat de gewrichten van de voetwortel in een gesloten kinematische keten functioneren. De in hoofdstuk 2 beschreven en gevalideerde CT-BCM methode werd in deze studie gebruikt. De enkels van de

vijf CCDA en de vijf ACDO patiënten werden gescand in de acht verschillende eindstanden van de voet volgens het standaard CT-BCM protocol. Gezien de kleine aantallen patiënten in beide groepen kon geen statistische analyse worden verricht. De grootste gemiddelde rotatie rond de schroevingsas voor de grootste bewegingsuitslag van het enkelgewricht (van de eindstanden maximale dorsaalflexie naar maximale plantairflexie van de enkel) na ACDO was $52,2^\circ \pm 12,4^\circ$ en in de CCDA patiënten $49,0^\circ \pm 12,0^\circ$. De grootste gemiddelde rotatie rond de schroevingsas voor de grootste bewegingsuitslag van het subtalaire gewricht (van de eindstanden maximale eversie naar maximale inversie) na de ACDO procedure in de vijf patiënten was $22,8^\circ \pm 8,6^\circ$. Dit was $24,4^\circ \pm 7,6^\circ$ in de CCDA patiënten groep. Concluderend werd gesteld dat deze studie gelijke resultaten heeft aangetoond voor de totale postoperatieve beweeglijkheid van het enkelgewricht en het subtalaire gewricht na de ACDO en CCDA procedures in volwassen patiënten met een symptomatische flexibele pes planus deformiteit.

Hoofdstuk 5

Het operatief vastzetten van het subtalaire gewricht, de subtalaire arthrodese is de gewezen behandeling voor subtalaire arthrose in een eindstadium. Een subtalaire arthrodese wordt vaak gezien als een routine ingreep in de orthopedie. Echter, meerdere auteurs hebben moeilijkheden en complicaties van de subtalaire arthrodese beschreven. In hoofdstuk 5 werd een overzicht gegeven van de beschikbare literatuur over de chirurgische subtalaire arthrodese. De verschillende aspecten van de subtalaire arthrodese procedure werden geanalyseerd. Een meta analyse met inbegrip van een statische analyse op basis van data pooling was niet mogelijk omdat de gepubliceerde studies retrospectief van opzet waren met kleine aantallen patiënten en heterogene groepen. Een bijkomende beperking was dat overwegend alleen recente publicaties de subtalaire arthrodese techniek en protocollen in voldoende detail hebben beschreven. De subtalaire arthrodese techniek werd ingedeeld in vijf verschillende stadia: de benadering, de verwijdering van het kraakbeen, de bot toevoeging, de correctie van de stand van de achtervoet, en, de fixatie van de subtalaire arthrodese. De volgende potentiële problemen werden geïdentificeerd in de literatuur studie: wondcomplicaties als gevolg van de huidincisie in de open subtalaire arthrodese, kraakbeen restanten in het gewricht, problemen met de toevoeging van bot, en, problemen met voldoende fixatie van de arthrodese. Daarnaast werden de volgende problemen gezien; morbiditeit als gevolg van het oogsten van bot voor toevoeging aan de arthrodese, verwijdering van schroeven in een tweede operatieve sessie, over- of ondercorrectie van de stand van de achtervoet en moeilijkheden met de postoperatieve beoordeling van de mate van

consolidatie van de subtalaire arthrodese. Verschillende auteurs droegen oplossingen aan voor deze problemen van de subtalaire arthrodese techniek. Ten eerste kan er plaats zijn voor arthroskopische technieken voor de subtalaire arthrodese in combinatie met gespecialiseerde instrumenten en niet-invasieve distractie van het subtalaire gewricht. Ten tweede werd autoloog bot uit de directe omgeving van de operatiewond aangeraden indien bot toevoeging aan de subtalaire arthrodese nodig wordt geacht. Fixatie van de subtalaire arthrodese met tenminste twee schroeven zou ongewenste rotatiebewegingen van de subtalaire arthrodese moeten voorkomen. Tenslotte, bij twijfel postoperatief over de mate van consolidatie van de subtalaire arthrodese is een CT-scan van de achtervoet behulpzaam. Nieuwe studies zijn nodig om de lange termijn effecten van deze maatregelen op de uitkomsten van de subtalaire arthrodese techniek te evalueren.

Hoofdstuk 6

Arthroskopische behandeling van aandoeningen van het subtalaire gewricht heeft een aantal voordelen waaronder een kortere herstelperiode na de operatie, verminderde postoperatieve pijn en minder complicaties. In hoofdstuk 6 wordt een overzicht gegeven van de aspecten van arthroskopische chirurgie van het subtalaire gewricht. Subtalaire arthroscopie kan worden toegepast als een diagnosticum of als therapeutisch middel. Therapeutische indicaties voor de subtalaire arthroscopie zijn intra-artculaire subtalaire pathologie zoals chondromalacie of een corpus liberum of een extra-articulair os trigonum. Recentelijk is de arthroskopische subtalaire arthrodese beschreven in patienten met symptomatische arthrose van het subtalaire gewricht. Een niet-invasieve distractor werd geadviseerd om het subtalaire gewricht beter toegankelijk te maken tijdens intra-artculaire procedures of de arthroskopische subtalaire arthrodese. De laterale en posterieure portals die worden gebruikt bij subtalaire arthroscopie zijn op veilige afstand van de belangrijke anatomische structuren die zich in de onmiddellijke nabijheid van de portals bevinden. Dit is gebleken uit meerdere anatomische dissectie studies. De literatuur over arthroskopische behandeling en de resultaten van het sinus tarsi syndroom, het os trigonum syndroom en de subtalaire arthrodese werd besproken in hoofdstuk 6. Concluderend kan worden gesteld dat de subtalaire arthroscopie een geschikt alternatief vormt voor de open subtalaire chirurgie. Om meer kennis te verkrijgen over de uitkomsten van subtalaire arthroscopie op de lange termijn zijn prospectieve klinische studies nodig.

Hoofdstuk 7

In hoofdstuk 7 werden de operatieve techniek en de resultaten gepresenteerd van de arthroskopische subtalaire arthrodese bij patiënten met een symptomatische talocalcaneale coalitie. De standaard posterieure arthroskopische benadering van de achtervoet werd gebruikt in combinatie met een extra laterale portal ter hoogte van de sinus tarsi. De buikligging heeft als voordeel dat de stand van de achtervoet tijdens de operatie kan worden beoordeeld. Verder kunnen de schroeven voor de subtalaire arthrodese gemakkelijk via de hiel worden ingebracht met de patiënt in buikligging. In het geval van een talocalcaneale coalitie kan het lastig zijn om een arthroskopische subtalaire arthrodese uit te voeren vanwege de beperkte ruimte in de achtervoet en het starre subtalaire gewricht. Naast de standaard posterolaterale en posteromediale portal werd een extra portal gemaakt ter hoogte van de sinus tarsi. Een stompe trocar werd via de sinus tarsi portal ingebracht om het subtalaire gewricht open te kunnen wrikken en meer werkruimte te verkrijgen in de achtervoet voor de arthroskopische arthrodese. Verwijdering van al het kraakbeen van het voorste deel van het achterste facet van het subtalaire gewricht is niet mogelijk vanwege de kromming van het gewrichtsoppervlak. Een voordeel van de 3-portal benadering is dat ring curettes via de extra sinus tarsi portal kunnen worden ingebracht om al het kraakbeen van het voorste deel van het achterste subtalaire facet te kunnen verwijderen. In drie patiënten met een symptomatische talocalcaneale coalitie werd een succesvolle arthroskopische subtalaire arthrodese uitgevoerd volgens de beschreven 3-portal benadering. Consolidatie van de subtalaire arthrodese slaagde in alle drie patiënten en er waren geen complicaties. De conclusie kan worden getrokken dat de 3-portal techniek met de patiënt in buikligging een veilige en efficiënte techniek is voor de arthroskopische subtalaire arthrodese bij patiënten met een beperkte werkruimte of starheid in de achtervoet zoals bij een talocalcaneale coalitie het geval is.