



SAMENVATTING

Fysiotherapeuten in de eerste lijn worden vaak geconsulteerd door patiënten met schouderpijn. Bij twee van de drie schouderpijnpatiënten wordt de containerdiagnose 'subacromiaal pijnsyndroom' (SAPS) gesteld. Hierbij is een tendinopathie van de rotator cuff de bron van nocisensoriek en de oorzaak van verminderd functioneren. Vandaar dat ook wel gesproken wordt over een 'rotator cuff related shoulder pain' (RCRSP). Dit opiniërende overzichtsartikel gaat over het belang van een specifieke vorm van RCRSP: de calcificerende tendinopathie (CT). Hiervan worden de lokale pathofysiologische veranderingen, de prevalentie en typische kenmerken van beloop en diagnostiek beschreven. De eerstekeusbehandeling is een conservatief beleid. De laatste decennia zijn ook intensieve non-invasieve (shockwave) en intensieve minimaal-invasieve ('barbotage') behandelopties ontwikkeld. Gezamenlijk leiden deze therapeutische opties tot voldoende tevredenheid bij 95 procent van de CT-patiënten. In het artikel wordt een stroomschema gegeven dat de clinicus helpt bij het bepalen van een optimaal beleid.

Gerard Koel, Jan Louwerens, Jacomine Niemeijer-Blokvoort

G. Koel, MSc, fysiotherapeut, praktijk Wooldersteen, Hengelo; bestuurslid SchouderNetwerk Twente; e-mail: gerard.koel@gmail.com

Dr. J.K.G. Louwerens, orthopedisch chirurg, SpaarneGasthuis, Hoofddorp/ Haarlem

J. Niemeijer-Blokvoort, MSc, fysiotherapeut/echografist, praktijk Fysio Fit, Borne; bestuurslid SchouderNetwerk Twente

LEERDOELEN

Na het bestuderen van dit artikel:

- weet u dat een calcificerende tendinopathie (CT) een aparte aandoening is binnen het subacromiaal pijnsyndroom (SAPS);
- weet u dat CT te beschouwen is als een risicofactor op aanhoudende schouderpijn;
- kunt u een aantal lokale pathologische veranderingen bij CT benoemen;
- kunt u kenmerken benoemen van SAPS-patiënten met CT-klachten;
- kent u de CT-klasseringen die in de beeldvormende technieken gebruikt worden;
- kunt u verschillende best practices voor oefentherapie bij CT-patiënten benoemen;

Fysiotherapie bij SAPS-patiënten met een calcificerende tendinopathie

Inleiding

De calcificerende tendinopathie (CT) betreft een aparte entiteit binnen de grote populatie patiënten met het subacromiaal pijnsyndroom (SAPS). SAPS-patiënten hebben klinische symptomen (pijn, verminderde kracht, problemen met ADL, sport of werk) zodat sprake is van een schoudergerelateerd gezondheidsprobleem. Een structuurbeschadiging in een rotator cuffpees (of dat nu een calcificatie betreft of rupturering) kan symptomeloos voorkomen. Zo wordt bij 10 procent van de mensen personen zonder schouderpijn ook CT aangetroffen. Ook kunnen de klinische symptomen verdwijnen terwijl de peesbeschadiging op beeldvorming nog steeds aanwezig is. Dat betekent dat rotator cuffrupturen en CT aange-merkt dienen te worden als risicofactoren. Aanwezigheid van een peesbeschadiging vergroot de kans dat iemand episoden met schouderpijn gaat meemaken, maar de beschadiging kan ook zonder pijn of functiestoornissen aanwezig zijn.

Doelstelling van dit artikel is om fysio-/kinesitherapeuten¹ te informeren over de huidige kennis en inzichten zodat CT een betere plek krijgt in het methodisch-systematisch handelen bij SAPS-patiënten. De inhoud van dit artikel helpt de fysiotherapeut om het klinisch redeneren rond CT-patiënten te optimaliseren, zowel in diagnostiek als in behandeling. Na een kort historisch overzicht wordt de plaats van CT in een aantal bekende richtlijnen over zorg bij schouderpijnpatiënten beschreven. Daarna volgt informatie over lokale pathologische veranderingen en de prevalentie van CT. Dan komt de diagnostiek aan bod, zowel vanuit fysiotherapeutisch als beeldvormend perspectief. Tot slot wordt ingegaan op de behandeling van SAPS-patiënten met CT.

CT in richtlijnen

Al in 1872 beschreef Duplay dat rond het schoudergewricht gelegen 'orgaansystemen' een mogelijke oorzaak voor schouderpijn zijn. Vroeger werden de termen 'peri-arthritis humeroscapularis' (PHS) en 'Duplay's disease' gebruikt in de beschrijving van patiënten met schouderpijn. Calcificaties in die rond het schoudergewricht gelegen systemen werden in 1907 voor het eerst beschreven door Painter. En om een klassiek rijtje wat breder te maken, in 1934 schreef Codman dat die calcificaties 'do not arise in the bursa but in the tendons underneath it'.¹ Therapeuten zijn dus al een eeuw op de hoogte van een mogelijke samenhang tussen het klinisch syndroom schouderpijn en het voorkomen van calciumafzettingen in de pezen van de rotator cuff. Hier volgt een samenvatting van de positionering van CT in moderne richtlijnen.

KNGF Evidence Statement Subacromiale klachten

In het KNGF Evidence Statement *Subacromiale klachten* (2011) komt CT zijdelings aan bod als een optie bij 'aanbevelingen in het therapeutisch proces'.² Die aanbeveling luidt dat indien nader beeldvormend onderzoek uitwijst dat sprake is van subacromiale klachten als gevolg van een tendinitis calcarea (= CT), de huisarts/specialist een afwachtend beleid met pijnstilling volgen, omdat deze aandoening meestal self-limiting is. Eventueel kan hoog-energetische extracorporeale shock wave therapy (ESWT) worden overwogen.

Inmiddels passen veel fysiotherapeuten echografie toe,

herkennen zij (zeker na het lezen van dit artikel) kenmerken van CT en kunnen zij een conservatief behandelplan uitvoeren.

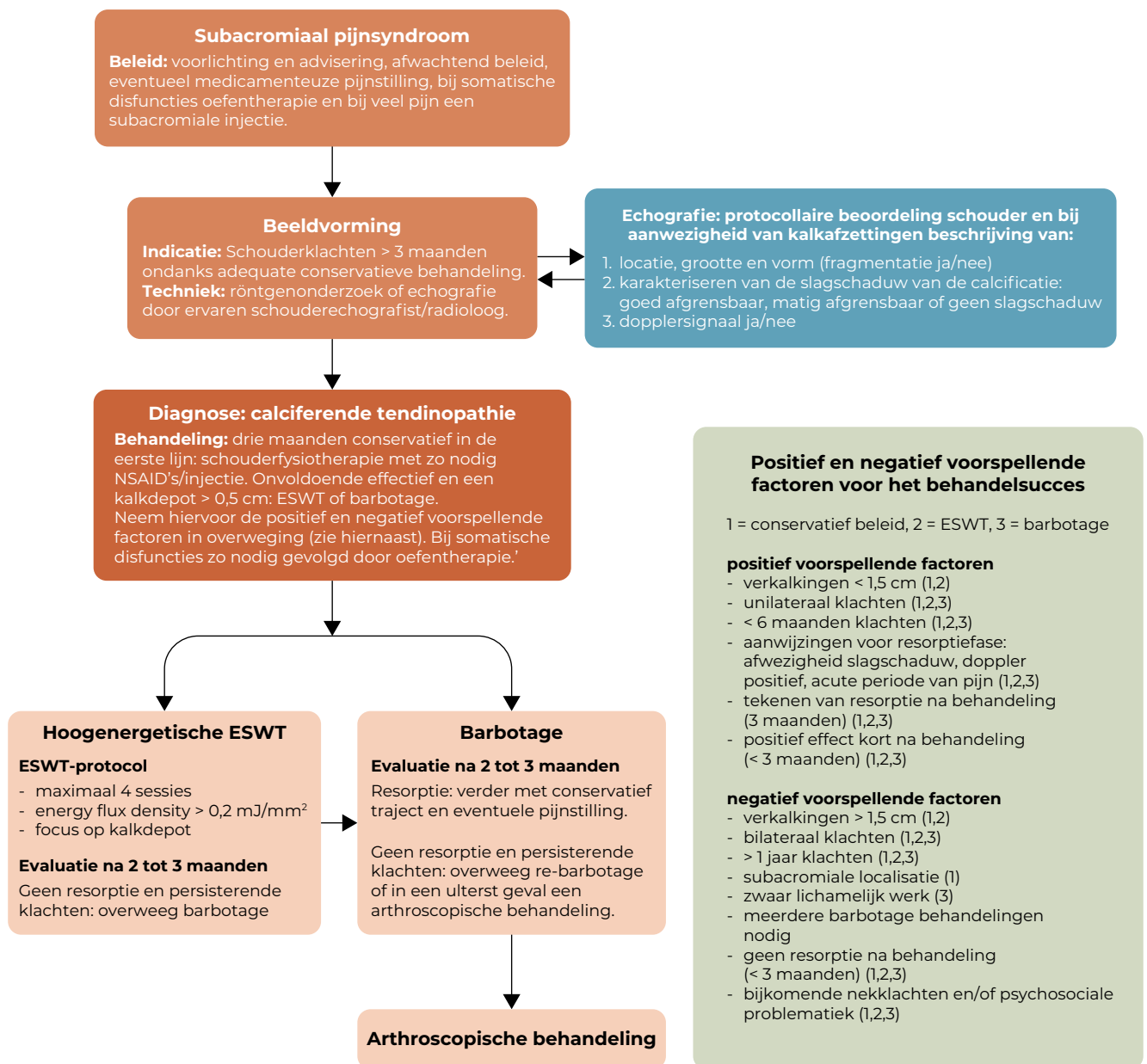
NOV-richtlijn Diagnostiek en behandeling van het subacromiaal pijnsyndroom (SAPS)

In de richtlijn *Diagnostiek en behandeling van het subacromiaal pijnsyndroom (SAPS)* van de Nederlandse Orthopaedische Vereniging (NOV) uit 2012 wordt in hoofdstuk 3, Prognose bij SAPS, beschreven wat bekend is over de mogelijke samenhang tussen het beloop van SAPS en demografische factoren (leeftijd en geslacht), duur en ernst van de symptomen, anatomische variabelen (rotator cuffintegriteit, vervetting en calcificatie), participatieniveau en psychosociale factoren.³ De werkgroep geeft aan dat duidelijke conclusies nog niet te trekken zijn en dat meer onderzoek nodig is. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een eerstelijns- en een tweedelijns populatie patiënten met SAPS. Bij de tweedelijns populatie wordt verwezen naar de studie van Ogon en collega's (2009)⁴ die concluderen dat de prognose van SAPS slechter wordt bij bilaterale calciumdepots, lokalisatie van de depots ter hoogte van het voorste deel van het acromion, mediale uitbreiding (depot mediaal van het acromion) en een groter calciumdepot. In dezelfde NOV-richtlijn ligt in hoofdstuk 6, Beeldvormende diagnostiek, de focus op het vaststellen van rotator cuffrupturen en wordt nauwelijks ingegaan op de diagnostiek van calcificaties met behulp van echografie.³ Wat betreft de behandeling wordt in hoofdstuk 9 van deze richtlijn aangegeven dat in geval van tendinosus calcarea (= CT) gebruikgemaakt kan worden van ESWT, barbotage (met een injectienaald aanprikken en spoelen) of operatieve verwijdering.³ De werkgroep constateert dat over de effectiviteit van die behandelingen nog geen uitspraak gedaan kan worden. Maar inmiddels is er meer bekend, en dat wordt in dit artikel beschreven.

NHG-standaard Schouderklachten

De meest recente richtlijn is de NHG-standaard *Schouderklachten* uit 2019. Hierin staat dat bij niet-traumatische schouderklachten die ondanks adequate conservatieve behandeling langer dan drie maanden aanhouden, echografie wordt geadviseerd om vast te stellen of sprake is van een ruptuur of calcificatie.⁵ De consequenties van het vaststellen van een calcificatie kan invloed hebben op het beleid. In de paragraaf 'Consultatie en verwijzing' wordt aangegeven dat bij CT gekozen kan worden voor een verwijzing naar de tweede lijn om vast te stellen of sprake is van een indicatie voor ESWT of barbotage.

I In dit artikel verder aangeduid als 'fysiotherapeut'. Ook wordt 'fysiotherapie' gebruikt waar 'kinesi-/fysiotherapie' bedoeld is.



Figuur 1 Multidisciplinair stroomschema voor de klinische besluitvorming bij CT. (Uit: Louwerens, 2020.⁷)

Stroomschema multidisciplinaire aanpak CT

De conclusie is dat de plaats van CT binnen de populatie SAPS-patiënten in de huidige richtlijnen oppervlakkig beschreven wordt. Ook in een recent overzichtsartikel in *Physios* over tendinopathie van de rotator cuff worden weliswaar flink wat bomen benoemd die het uitzicht op het bos ontnemen, maar ontbreekt de CT-boom.⁶ Kennis over en inzicht in CT zijn toegenomen,⁷⁻⁹ en dat betekent dat klinici, waaronder fysiotherapeuten, CT op betere wijze in hun klinisch redeneerproces bij SAPS-patiënten kunnen inpassen. Een belangrijk hulpmiddel daarbij kan de multidisciplinaire flowchart uit het proefschrift van

Louwerens zijn (figuur 1) die de klinische besluitvorming rond CT-patiënten weergeeft.⁷ Deze flowchart fungeert als leidraad voor dit artikel. (Voor het proefschrift, zie bijlage 1 op www.physios.nl.)

Lokale pathofysiologische processen

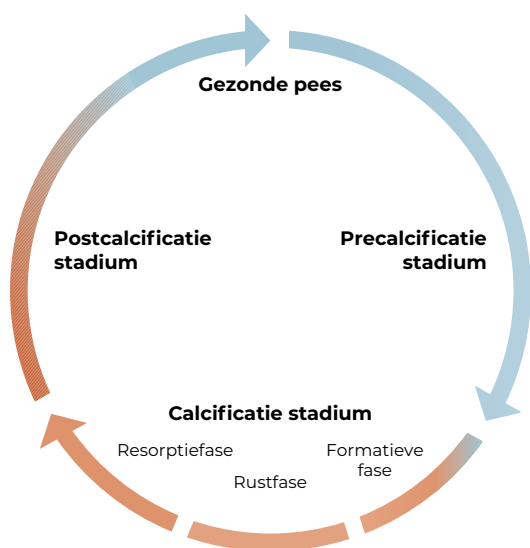
Kenmerkend voor de diagnose CT is uiteraard de calcificatie die optreedt in de pezen van de rotator cuff, meestal (80%) in de pezen van de m. supraspinatus en/of infraspinatus.

Lokale pathofysiologische veranderingen

De calcificaties ontstaan door het neerslaan van hydroxyapatietkristallen in het peesweefsel.^{7,9,10} Door stoornissen in de lokale stofwisseling (lage doorbloeding en zuurstoftekort), gecombineerd met onjuist gebruik (over- of onderbelasting), kunnen tenocyten veranderen in chondrocytachtige cellen die de calcificaties veroorzaken. Dit proces kan in theorie in elke pees in het lichaam optreden. Hoewel de calcificaties het meest beschreven zijn in de rotator cuffpezen, komen ze ook voor in de achillespees, in de pees van de m. rectus femoris en op ossale insertieplaatsen zoals het tuberculum majus. Macroscopisch wordt de calcificatie vaak beschreven als een tandpasta-achtige vloeistof of als zanderig materiaal. Er is geen directe relatie tussen een calcificatie en klinische symptomen (pijn en disfunctie schouder). Een calcificatie betreft wel een risicofactor voor klinische symptomen: bij een ongunstige positie (mediaal, dus meer onder het acromion gelegen) en/of bij een grotere omvang neemt de kans op (tijdelijke) symptomen toe. In 1997 beschreven Uhthoff en Loehr het typische pathofysiologische proces van CT in een drietal stadia:¹¹ precalcificatie, calcificatie met drie fasen en postcalcificatie (figuur 2).

Precalcificatie

In een gezonde pees kan tijdens het precalcificatiestadium het functioneren van tenocyten door degeneratie, overbelasting en kleine beschadigingen zodanig worden beïnvloed dat peesweefsel in fibrocartilagineus weefsel verandert.



Figuur 2 Bij een CT zijn volgens Uhthoff en Loehr (1997) drie stadia te onderscheiden, te weten: precalcificatie, calcificatie (met drie substadia) en postcalcificatie.¹¹

Calcificatie

Het calcificatiestadium is te verdelen in een formatieve fase, een rust- en een resorptiefase. In de formatieve fase vormen zich deposities van calciumhydroxyapatiet in het fibrocartilagineuze weefsel. Dit gaat gepaard met lokale inflammatieprocessen die aanleiding geven tot nocisensoriek. De rustfase wordt gekenmerkt door een status quo zonder groei of inflammatie. Dat verandert echter tijdens de resorptiefase waarin de inflammatie en vascularisatie sterk toenemen. In deze fase treedt fagocytose op van de calciummineralen door macrofagen. De sterke druktoename in het peesweefsel en het vrijkomen van weefselprikkelstoffen die ook kunnen doorbreken naar omliggende weefsels als slijmbeurs of tuberculum majus, leiden tot een sterke nocisensorische input naar het zenuwstelsel en gaat meestal gepaard met heftige pijn. Die kan zo heftig zijn dat de patiënt zich bij de spoedeisende hulp meldt.

Postcalcificatie

Na de resorptiefase (meestal 7-14 dagen) volgt het postcalcificatiestadium met fibroblasten en granulatieweefsel op de plek waar het calciumdepot zat. Hierdoor kan er nieuw peesweefsel met een goede trekvastheid ontstaan. Meestal worden de calciumdeposities kleiner en nemen de klinische verschijnselen af. Soms verdwijnen de calciumdeposities helemaal.

Verschil tussen CT en degeneratieve ruptuur

Omdat zowel degeneratieve rotator cuffrupturen als calcificaties ontstaan door veranderingen in de lokale stofwisseling, en bij beide beschadigingen veranderd functioneren van tenocyten een belangrijke rol speelt, werd aanvankelijk (in de jaren dertig tot vijftig van de vorige eeuw) aangenomen dat rupturering en calcificatie met elkaar samenhangen.

Beide aandoeningen zijn in de meeste gevallen gelokaliseerd in de pezen van de m. supraspinatus en infraspinatus. Bij een supraspinatusruptuur leiden degeneratieve veranderingen in combinatie met aanhoudende belasting tot verminderd functioneren van tenocyten. Die kunnen de normale herstelprocessen niet bijbenen waardoor er collageen vezels type 3 in plaats van type 1 worden gevormd, de organisatie in de extracellulaire matrix verloren gaat, de hyperemie tijdelijk toeneemt en de trekkracht van de pees afneemt.¹²

De veronderstelde samenhang tussen degeneratieve rotator cuffrupturen en CT wordt in recentere studies betwist zodat de pathofysiologische veranderingen als twee verschillende aandoeningen beschouwd dienen te worden.^{10,13,14} Bij SAPS-patiënten met CT neemt de kans op rupturen juist af,^{10,13} en als beide aandoeningen al gelijktijdig voorkomen, is sprake van verschillende locaties.¹⁴

Prevalentie

De eerste grote studie naar het voorkomen van calcificaties in de rotator cuff bij gezonde personen zonder SAPS, kantoorpersoneel, waarvan 90 procent jonger dan 40 jaar en 76,7 procent vrouw, werd in 1941 gepubliceerd door Bosworth.¹⁵ Van de 6061 personen bleken er 165 (2,7%) bij röntgenonderzoek een asymptomatische calcificatie te hebben. Bosworth klasseerde de calcificaties in kleine (< 0,5 cm, 40%), middelgrote (0,5-1,5 cm, 44%) en grote (> 1,5 cm, 16%). Hij volgde de onderzoekspopulatie drie jaar en stelde vast dat 35 tot 45 procent van de mensen met een calcificatie schouderpijn kreeg, met een duidelijke correlatie tussen de grootte van de calcificatie en de kans op klachten. Bij 10 procent van de 6061 personen verdween de calcificatie in die drie jaar.

Sansone en collega's (2016) onderzochten de prevalentie van calcificaties bij 302 vrouwen (604 schouders) die onder behandeling waren bij een gynaecoloog.¹⁶ In 103 schouders (17,8%) bleken er calcificaties aanwezig te zijn; anamnestic was sprake van 95 'pijnlijke schouders' (calcificatie in 33%) en 509 'pijnvrije schouders' (calcificatie in 13,5%). Er is dus een positieve samenhang tussen een calcificatie en de kans op klachten.

In een recente Nederlandse studie onderzochten Louwerens en collega's (2015) de prevalentie van calcificaties bij 734 personen zonder schouderpijn en 485 SAPS-patiënten.¹⁷ De asymptomatische personen waren voor een andere klacht naar de spoedeisende hulp verwezen en hadden passende röntgenfoto's van de schouder beschikbaar; de SAPS-patiënten waren verwezen naar de orthopedische schouderpoli. Van de 734 asymptomatische personen (gem. leeftijd 55,3 jaar, 45% vrouw) hadden er 57 (7,7%) een calcificatie, terwijl van de 485 SAPS-patiënten in de tweede lijn 206 (42,5%) een calcificatie hadden.

Fysiotherapeuten zijn natuurlijk vooral geïnteresseerd in de prevalentie van calcificaties bij eerstelijns SAPS-patiënten; eigen onderzoek van de auteurs laat zien dat de prevalentie van calcificaties in die populatie veel lager is: 10 tot 20 procent.¹⁸

Samenvattend blijkt dat bij 5 tot 10 procent van de mensen zonder schouderpijn calcificaties voorkomen. Afhankelijk van de omvang en de locatie van de calcificatie ontwikkelt zich bij 50 procent van die personen schouderpijn.^{1,16} Bij SAPS-patiënten in de eerste lijn is er bij 10 tot 20 procent sprake van CT, en bij aanhoudende klachten en in de tweede lijn heeft 35 tot 45 procent van de SAPS-patiënten CT.¹⁷⁻¹⁹ CT is zo te beschouwen als een herstelbelemmerende factor die bij patiënten met aanhoudende SAPS-klachten meer voorkomt.

Symptomen, diagnose en beloop

SAPS-patiënten hebben enkele bekende anamnesticke kenmerken: een geleidelijk begin van de klachten (zonder trauma) met pijn in de deltoïdeusregio die een biomechanisch voorspelbaar patroon toont, en door activiteiten boven schouderhoogte neemt de pijn toe die dan kan uitstralen naar de dorsale zijde van de onderarm (segmentale sensitiviteit). Indien het biomechanisch patroon gecombineerd wordt met een inflammatoir patroon, ontstaat ook nachtelijke pijn en kan de patiënt niet goed op de pijnlijke zijde liggen. Meestal ligt de bron voor nocisensoriek bij SAPS-patiënten in de rotator cuffpezen en wordt gesproken van 'rotator cuff related shoulder pain' (RCRSP).⁷ Provocatietests zoals de klassieke SAPS-tests (Jobe, Neer, Hawkins-Kennedy en Yocum) en weerstandstests zijn naar verwachting positief. Omdat de belasting van de rotator cuffpezen bij 90 graden elevatie groter is dan in andere hoeken, kan sprake zijn van een 'painful arc' halverwege het elevatietraject van de arm (rond de 90° elevatie). SAPS blijkt bij vrouwen vaker voor te komen dan bij mannen (60-65% van de SAPS-patiënten is vrouw) en dat geldt zowel voor SAPS-patiënten met als zonder CT.^{9,12}

Symptomen

Het is niet eenvoudig vast te stellen welke SAPS-patiënten klachten hebben vanwege een CT. Vaak zijn CT-patiënten wat jonger (30-60 jaar) dan niet-traumatische SAPS-patiënten met een degeneratieve peesrupturering (> 50 jaar). Een ander verschil tussen SAPS-patiënten met en zonder CT is de resorptiefase waarbij ogenschijnlijk uit het niets een heftige pijn opkomt. Ook bij rotator cuffrupturen komen, als de inflammatie toeneemt, episodes met nachtelijke pijn voor, maar minder hevig en vaak ook gerelateerd aan een voorafgaande hogere mechanische belasting. Omdat een calcificatie geldt als een risicofactor voor schouderpijn, neemt bij SAPS-patiënten met een vertraagd en tegenvallend beloop de kans op CT toe. Dat betekent dat bij SAPS-patiënten met aanhoudende pijn die minder goed reageren op de conservatieve behandeling, de kans op aanwezigheid van CT toeneemt. Bij het lichamelijk onderzoek zijn geen duidelijke verschillen tussen SAPS-patiënten met en zonder CT vast te stellen. De genoemde provocatie- en weerstandstests bij SAPS zijn naar verwachting ook bij CT positief.

Beeldvorming

Beeldvorming is essentieel voor het stellen van de diagnose CT. Van oudsher is röntgenonderzoek aangewezen, maar echografie en in mindere mate CT-scans en MRI nemen deze rol steeds meer over.

Röntgenonderzoek

Gärtner en Simons (1990) klasseerden met behulp van röntgenfoto's drie types CT (figuur 3):¹⁹

- type 1: scherp begrensde calcificatie met dichte structuur;
- type 2: minder scherp begrensde contour van de calcificatie en deels transparant;
- type 3: wolkige, minder duidelijke en transparante calcificatie.

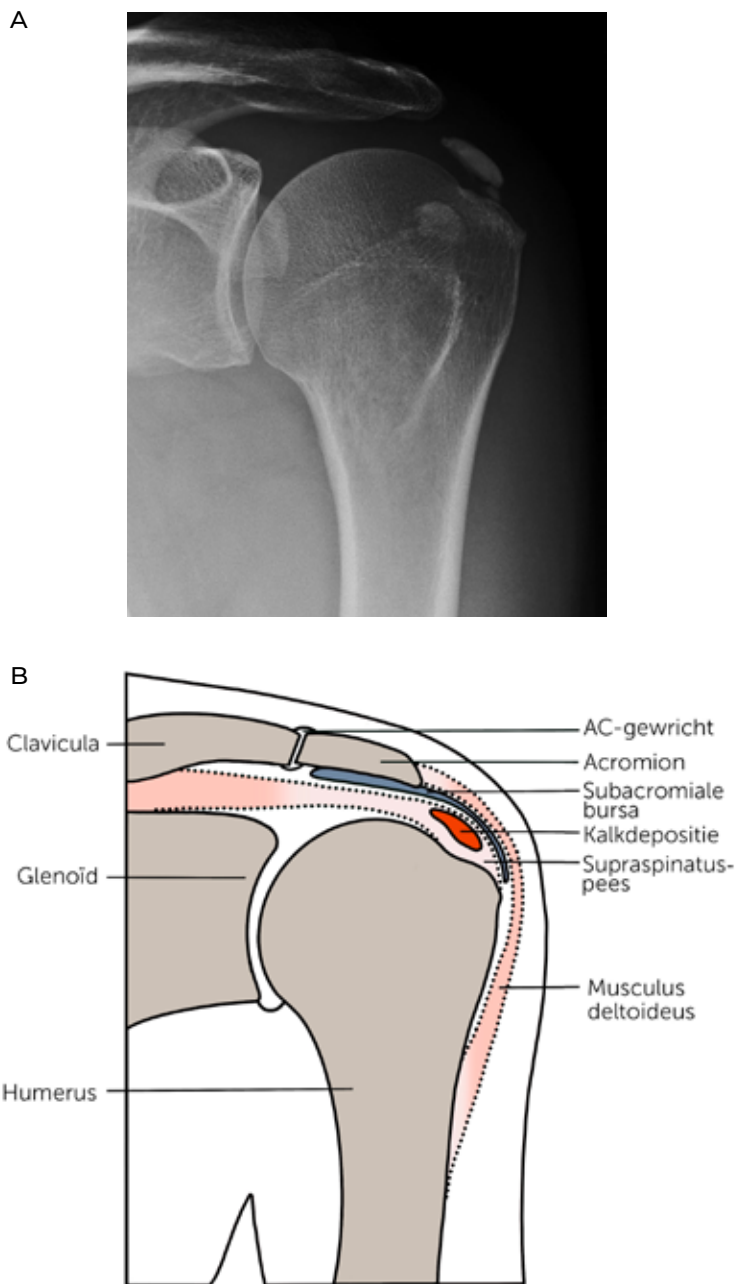
Overigens is de betrouwbaarheid van het vaststellen van de Gärtner-klassering onvoldoende tot matig (kappa-waardes 0.34-0.47).^{7,20}

Behalve het type calcificatie worden aan de hand van röntgenfoto's ook de locatie(s) en de grootte vastgesteld. Op een voor-achterwaartse opname (frontale vlak) is sprake van een tweedimensioneel beeld en kunnen de lengte (mediaal-lateraal) en breedte (craniaal-caudaal) worden vastgesteld in cm. Indien ook een zogenaamde 'outlet'-opname is gemaakt, kan de diepte (ventraal-dorsaal) worden bepaald om op die wijze het volume (lengte x breedte x diepte in cm³) van de calcificatie te berekenen.⁴

Echografie

Inmiddels wordt echografie (ook wel aangeduid als 'musculoskeletal ultrasound', MSU) volledig geaccepteerd om CT vast te stellen. Met MSU-apparatuur met voldoende resolutie zijn calcificaties prima aan te tonen. Daar komt bij dat MSU goedkoop is, vaak snel beschikbaar, en dat er tevens dynamisch onderzoek mee gedaan kan worden. De MSU-klassering van Farin en Jarom (1995) kent een vergelijkbare type-indeling als die van Gärtner:²¹ de drie categorieën (A, B en C) worden bepaald door de mate van hyperechogeniciteit en de slagschaduw op de erachter liggende humerus (figuur 4). Type A is een scherp afgegrensde hyperechogene calcificatie met een duidelijk slagschaduw. Type B is ook hyperechogeen, maar heeft een minder duidelijke slagschaduw en een meer pasteuze consistentie. Type C is zichtbaar als een amorfe iso- of hyperechogene depositie zonder slagschaduw op de humeruskop; vaak betreft het hier meerdere zachte calcificaties.

Behalve het type calcificatie worden met MSU ook de locatie(s) en de grootte (lengte en breedte in cm) vastgesteld. MSU met de optie kleurendoppler heeft toegevoegde waarde aangezien hiermee ook de mate van doorbloeding en dus de actuele inflammatie in/rond de calcificatie aan te tonen is. Er is namelijk een positieve samenhang tussen de sterkte van het dopplersignaal en de aanwezige schouderpijn.²² Een type C-calcificatie met een sterk dopplersignaal bijvoorbeeld duidt op een

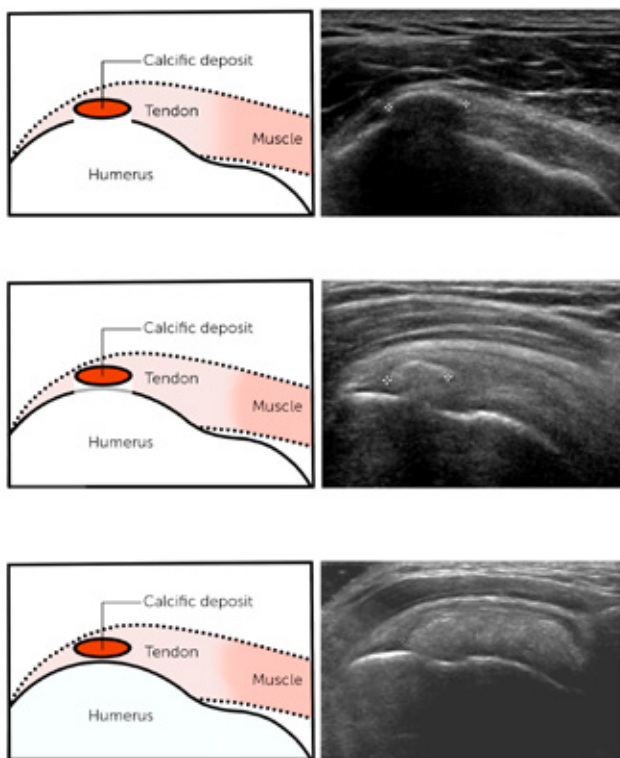


Figuur 3 Locatie van calcificatie in de pees van de m. supraspinatus. A: Röntgenfoto met frontale doorsnede (AP-opname) van een linkerschouder. B: Schematische weergave van de anatomie zoals zichtbaar in 3A. (Illustratie Jessie van Hattum.⁷)

actuele resorptiefase. Daarbij is pijnstilling gewenst, maar de prognose lijkt goed.

CT-scan en MRI

Soms worden ook computertomografie (CT-scan) en MRI (magnetic resonance imaging) gebruikt.⁸ Een CT-scan levert met behulp van röntgenstralen een driedimensio-



Figuur 4 Beeldvorming met MSU plus Farin-klassering. Boven type A, midden type B, onder type C. (Illustraties: Jessie van Hattum.⁷)

naal beeld en hiermee zijn ook kleinere calcificaties vast te stellen. MRI werkt met een magnetisch veld en is te gebruiken om bijkomende pathologieën (bursitis, ruptuur, labrum) aan te tonen.

Beloop

Uthoff en Loehr (1997) beschreven CT als een zelflimiterende aandoening waarbij de calcificatie uiteindelijk afneemt of zelfs verdwijnt en waarvoor in bepaalde fasen pijnafhankelijke interventies nodig kunnen zijn.¹¹ Recent onderzoek weerspreekt die veronderstelling. De Witte en collega's (2016) raadpleegden 194 SAPS-patiënten die gemiddeld veertien jaar na een episode met schouderpijn op basis van een CT behandeld waren.²⁰ Na die follow-up bleek slechts de helft van de CT-patiënten in vragenlijsten een voldoende te scoren op ADL-functioneren. Variabelen die leiden tot een slechter beloop waren: vrouwelijk geslacht, dominante arm is aangedaan, bilateraal voorkomen van calcificaties, langere klachtduur en meerdere calcificaties. Ook Compagnoni en collega's (2021) onderzochten langetermijneffecten en herhaalden gemiddeld dertien jaar later bij 35 patiënten met CT de röntgenfoto.¹⁰ Van die 35 patiënten hadden 31 (88,5%) nog steeds calcificaties, met een gemiddelde grootte van 5,5 mm

(range 2-20 mm). Gemiddeld was de grootte van de calcificaties door resorptie met 57 procent verminderd. Calcificaties in de rotator cuff verdwijnen dus meestal niet. Ze worden wel minder in omvang en ook minder symptomatisch, maar veel patiënten zijn niet klachtenvrij. Hoe groter de calcificatie (bijv. 1,5 cm), hoe groter de kans op episoden met schouderpijn.^{7,15} Meestal worden type 1 (Gärtner) en type A (Farin), die goed zijn voor ruwweg 30 tot 35 procent van de calcificaties, beschreven als resistent. Het zijn langer aantoonbare calcificaties met een risico op aanhoudende symptomen.¹⁰ Ogon en collega's (2009) beschouwen een calcificatie type 3 (Gärtner) als een voorspellende factor voor een goed resultaat van conservatief beleid zonder ESWT of barbotage.⁴ Bepalend voor de pijn bij CT is de aanwezigheid van inflammatie. Is die er wel, dan is sprake van klinische symptomen (pijn), maar als de inflammatie verdwenen is, dan verdwijnt ook de nociceptiek.^{23,24} Indien er in de tussentijd geen nociceptische pijn is ontstaan door mentale (bijv. verlies van zelfvertrouwen), cognitieve (bijv. aanhoudende pijn betekent aanhoudende schade) of procesmatige (bijv. sensitiviteit) disfuncties, dan verdwijnt ook de pijngevoelens.

Behandeling

Een systematische review van Simpson en collega's (2020) beschrijft de 'state of the art' van niet-chirurgische, dus ook fysiotherapeutische interventies bij CT-patiënten.²⁵ De auteurs konden achttien RCT's includeren waarin ESWT, barbotage, ultrageluid, TENS en iontoforese zijn onderzocht. Er zijn geen gecontroleerde studies uitgevoerd naar de effectiviteit bij CT-patiënten van de belangrijkste fysiotherapeutische interventie, namelijk oefentherapie. Er zijn dus veel studies naar oefentherapie bij SAPS-patiënten in het algemeen, maar niet specifiek bij patiënten met CT. Er is dus geen expliciete wetenschappelijke onderbouwing voor de toepassing van oefentherapie bij CT-patiënten. De conclusie van de review was dat er, vergeleken met placebo, matig bewijs is voor de effectiviteit van hoogenergetische ESWT, beperkt bewijs voor de effectiviteit van ultrageluid op de korte termijn, en matig bewijs voor betere effecten van barbotage dan van ESWT op de lange termijn (zoals pijnvermindering en vermindering van calciumdeposities na een jaar). In deze paragraaf wordt de toepassing van deze interventies toegelicht.

Fysiotherapie bij SAPS-patiënten met CT

In de klinische trial van Ogon en collega's (2009) zijn 420 patiënten (488 schouders met CT) geïncludeerd,

gemiddelde leeftijd 52 jaar (SD = 10 jaar), 64 procent vrouw, klachtenduur 4,4 jaar (range 0,5-13,7 jaar), bilaterale calcificaties bij 16 procent.⁴ Ondanks de lange klachtenduur werden alle patiënten aanvankelijk behandeld met een gestandaardiseerd conservatief behandelplan met fysiotherapie (vooral oefentherapie en verder manuele therapie, warmte- en koudetherapie) en NSAID's. Die behandeling werd gedurende drie maanden in het onderzoeksinstituut gegeven en daarna zo nodig voortgezet in een perifere fysiotherapiepraktijk. Na zes maanden scoorde 73 procent van de CT-patiënten (n = 306) positief op dit conservatieve beleid, terwijl 27 procent (n = 114) na zes maanden dusdanige klachten had dat extra behandeling (ESWT, barbotage of chirurgie) geïndiceerd was. Positieve prognostische factoren waren: type 3-calcificatie (röntgenfoto) en geen slagschaduw op de humeruskop (MSU). Negatieve prognostische factoren waren: bilaterale calcificatie, lokalisatie van de subacromiale calcificatie meer ventraal en mediaal in de subacromiale ruimte, en een groter volume (indien op röntgenfoto > 3 cm³, faalde het fysiotherapeutisch beleid bij 65%).

Oefentherapie bij SAPS-patiënten met of zonder CT

In de NHG-standaard *Schouderklachten* uit 2019 wordt oefentherapie aanbevolen bij SAPS-patiënten bij wie de pijn aanhoudt en er sprake is van dreigend functieverlies.⁵ Dat betreft in feite de meerderheid van de SAPS-patiënten, aangezien een episode met schouderpijn vaak lang duurt, zeker indien er ook sprake is van CT, en negatieve impact heeft op het dagelijks functioneren. De wetenschappelijke onderbouwing voor het advies in de standaard heeft een lage kwaliteit, voor een beperkte effectiviteit. De aanbeveling wordt voor een groot deel pragmatisch gemotiveerd door de logische combinatie van de gegevens: actief bewegen verbetert het functioneren, oefentherapie is frequent en makkelijk beschikbaar, de kans op negatieve effecten is gering en vanwege de lange klachtenduur is passende begeleiding gewenst. Die aanbeveling geldt ook voor SAPS-patiënten met CT.

Somatische redenen voor oefentherapie bij SAPS-patiënten

De interventie oefentherapie is gericht op het verminderen van behandelbare disfuncties die bij CT-patiënten vastgesteld worden. De kenmerken van oefentherapie worden dus bepaald door de gevonden disfuncties. In feite is dit dezelfde behandelstrategie als bij SAPS-patiënten zonder CT. De verwachting is dat als de disfuncties verminderen, ook de pijn afneemt en de functies verbeteren. Er zijn geen studies waarin oefen-

therapie specifiek bij CT-patiënten is toegepast.²⁵

Bij RCRSP is de aanname dat de trekvastheid van een tendinopatische pees is afgenomen en er is voldoende evidentie dat een oefenprogramma waarin via spierfunctie-oefeningen aan de pees wordt getrokken, een programma dat langzaam in belasting toeneemt en in drie tot vier maanden wordt uitgebouwd, leidt tot pijnvermindering en functieverbetering.²⁶⁻²⁸ Door blootstelling aan herhaalde mechanische stimuli treedt mechanotransductie op, waardoor de pees sterker en belastbaarder wordt.²⁹ En ook al is op beeldvorming sprake van beschadiging of calcificatie, dan nog zijn voldoende niet-beschadigde peesvezels voorhanden die trainbaar zijn.³⁰ Het feit dat de oefentherapie gericht is op het verbeteren van de belastbaarheid van intacte peesvezels, maakt dat twee op zich verschillende aandoeningen (degeneratieve peesletsels en CT) met dezelfde interventie worden behandeld.

Effectiviteit van oefentherapie bij SAPS-patiënten

In de studie van Dunn en collega's (2016) werden 452 SAPS-patiënten met een degeneratieve 'full thickness' rotator cuffruptuur^{II} behandeld met een breed oefentherapieprogramma (actieve stabilisatie schoudergordel, mobiliserend, spierfunctieverbetering).³¹ Na twee jaar was 75 procent van de patiënten tevreden met het bereikte resultaat (primaire uitkomstmaat: pijnvermindering op de VAS). In studies met een controlegroep blijkt het lastiger de effectiviteit van oefentherapie aan te tonen. In hun Cochrane-review beschrijven Page en collega's (2016) weliswaar een zwakke aanbeveling voor oefentherapie,³² maar blijkt in de methodologisch beste studie oefentherapie bij SAPS-patiënten niet beter te zijn dan een placebo-interventie (pulserend ultrageluid met een dynamische behandeltechniek).³³ In 2021 en 2022 zijn drie RCT's (randomised controlled trials) uitgevoerd waarin onderzoekers en/of fysiotherapeuten als hypothese opperden dat het door hen samengestelde oefentherapieprogramma bij SAPS-patiënten effectiever zou zijn dan de controle-interventie.³⁴⁻³⁶ Maar in de SExSI-studie (n = 200) bleek een spierversterkend oefenprogramma bovenop een standaard oefenprogramma niet te leiden tot extra effectiviteit.³⁴ In de GRASP-studie (n = 708) bleek een gesuperviseerd oefenprogramma niet effectiever dan een korte uitleg met oefeninstructies.³⁵ En in de trial van Schydlowsky en

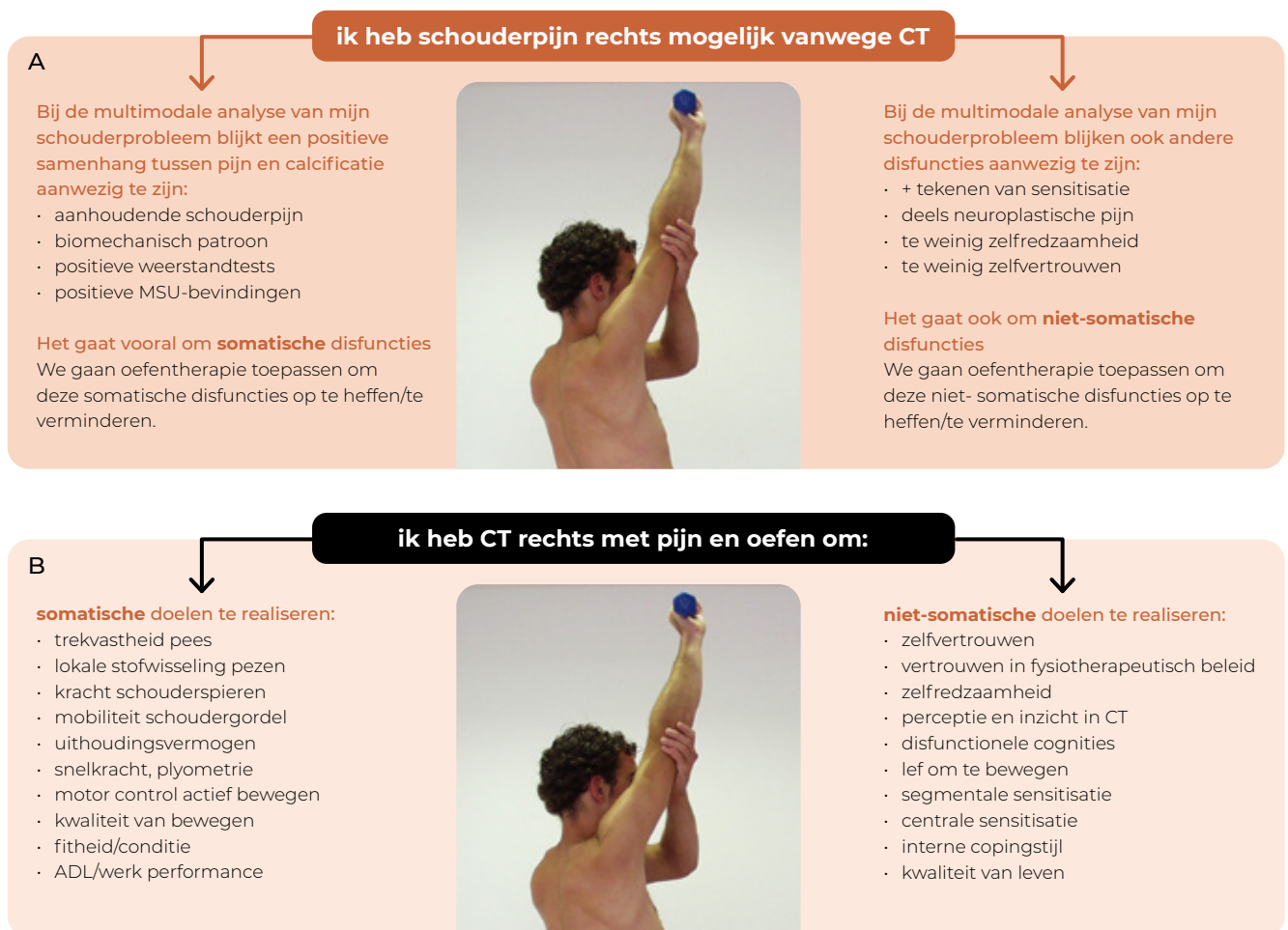
II Full thickness-ruptuur (FTR) betreft een rotator cuffruptuur over de volledige dikte van de pees. Er zit dus een gaatje in het samenhangende kapsel-peespakket waardoor lekkage van synovia optreedt. FTR wordt in drie groottes ingedeeld: klein (< 1 cm), middel (1-3 cm) en groot (> 3 cm en in meer dan één RC-pees).

collega's (n = 126) bleek een intensief gesuperviseerd trainingsprogramma niet effectiever dan een trainingsprogramma bestaande uit thuisoefeningen.³⁶ Liaghat en collega's (2021) kwamen in hun systematische review tot eenzelfde conclusie: oefentherapie doet het beter dan geen therapie, maar een door de fysiotherapeut gesuperviseerd oefentherapie is even effectief als zelf trainen op basis van een huiswerkprogramma.³⁷ Nu is dus duidelijk dat oefentherapie effectiever is dan geen therapie, maar het is niet bekend welk type oefentherapie de beste resultaten oplevert.³⁸

Niet-somatische redenen voor oefentherapie bij SAPS-patiënten

Oefentherapie kent ook niet-somatische aspecten. In patiëntgebonden studies wordt oefentherapie meestal gericht op het bereiken van somatische doelen (verbeteren van kracht, peesbelastbaarheid, mobiliteit, bewegingssturing, uithoudingsvermogen), maar het blijft een

persoon die schouderpijn ervaart. Omdat schouderpijn vaak lang duurt, treden veel herstelbelemmerende, niet-somatische disfuncties op.³⁹⁻⁴¹ Er is bijvoorbeeld sprake van mentale (te weinig vertrouwen, onvoldoende zelfredzaamheid), cognitieve (onvoldoende inzicht in oorzaak van schouderpijn, pijn is niet hetzelfde als schade) en procesmatige (sensitisatie, externe coping) disfuncties die zorgen voor aanhoudende schouderpijn. Deze niet-somatische disfuncties zijn zeker ook doelen voor oefentherapie. Oefentherapie betreft dan een brede interventie die vraagt om maatwerk voor de patiënt met schouderpijn. In de eerder genoemde, door collega-fysiotherapeuten geïnitieerde RCT's zijn deze niet-somatische redenen voor oefentherapie echter niet meegenomen.³⁴⁻³⁶ Zonder (sub)doelstellingen te bepalen en zonder te kiezen voor een passende uitkomstmaat, blijft er echter sprake van specifieke effecten waarop het type oefentherapie geen invloed heeft.⁴² In figuur 5 zijn somatische en niet-somatische doelen van oefentherapie weerge-



Figuur 5 Bij het multimodale fysiotherapeutisch onderzoek van een patiënt met CT (A) worden beïnvloedbare somatische en niet-somatische disfuncties vastgesteld die aanleiding geven voor B: de subdoelstellingen van de interventie oefentherapie.

Tabel 1 Indeling tendinopathie van de rotator cuff met klinische symptomatologie en met beknopt plan van aanpak

Zonder beschadiging of calcificatie	Beleid in principe conservatief, d.w.z. afwachtend beleid, NSAID's, oefentherapie om belastbaarheid/ trekvastheid te verbeteren.
Met calcificatie (CT)	Zeker bij grotere calcificatie (> 1,5 cm) is sprake van een ongunstige prognose met grote kans op episoden met schouderpijn. Eerste keuze blijft conservatieve eerstelijns therapie, maar overweeg daarna een intensief non-invasieve (bij kleinere calcificaties: hoogenergetische ESWT) of minimaal-invasieve (bij grotere calcificaties: barbotage) interventie. In uiterste geval arthroscopie. De klinische beslissing wordt, in samenspraak met de patiënt, genomen door de orthooped.
Met een PTR	Indien gepaard gaand met inflammatie en pijn: met rustig opgebouwde en in intensiteit toenemende oefentherapie vermindert de pijn en herstelt de trekvastheid bij 80% van de patiënten. Conservatief behandelen door huisarts en fysiotherapeut. Een injectie ter pijnvermindering kan nuttig zijn.
Met een kleine FTR (< 1 cm)	Omdat het genereren van kracht in principe goed is (behalve natuurlijk in fasen van inflammatie en pijn), wordt hetzelfde beleid toegepast als bij PTR. Grotendeels conservatief door huisarts (advies, medicatie, injectie) en fysiotherapeut (educatie, oefentherapie, opheffen van onderhoudende dis-functies). Bij aanhoudende klachten kan een operatie toegepast worden (consulteer de orthooped).
Met een matige FTR (1-3 cm)	Gemengd beleid, optimaliseer de peesvezels die nog wel intact zijn met oefentherapie, verbeter zelfvertrouwen en zelfredzaamheid met educatie en oefentherapie, gebruik zo nodig een injectie. Deze letsels worden echter vaak groter en daarom is, zeker bij jongeren en mensen die blootstaan aan schouderbelasting, een operatie zeker een optie (consulteer de orthooped).
Met een grote FTR (> 3 cm en in meer dan één rotator cuffpees)	De actieve motorische aansturing van de humeruskop is verminderd waardoor sprake is van een actieve instabiliteit. Kies bij een hogere leeftijd voor het stabiliserende Torbay-oefenprogramma (zie www.fysioefeningen.nl) om ADL-functioneren te realiseren. Raadpleeg de orthooped voor aanvullende diagnostiek en, indien mogelijk, een operatie.

PTR = 'partial tendon rupture', met aanduiding locatie: aan gewrichtszijde, in de pees of aan bursazijde. FTR = 'full thickness tendon rupture': klein (< 1 cm), matig (1-3 cm) en groot (> 3 cm en in meer dan één rotator cuffpees).

geven. De actuele symptomen van de patiënt met schouderpijn geven aan welke disfuncties het meest relevant zijn om het behandeldoel te formuleren. Hoewel de gekozen oefening dezelfde kan zijn, moeten de dosering en de wijze waarop de oefening wordt uitgelegd en begeleid passen bij het behandeldoel. Een oefening met als doel het verbeteren van het zelfvertrouwen zal anders worden aangeboden dan eenzelfde oefening om de trekvastheid van een rotator cuff-pees te vergroten.

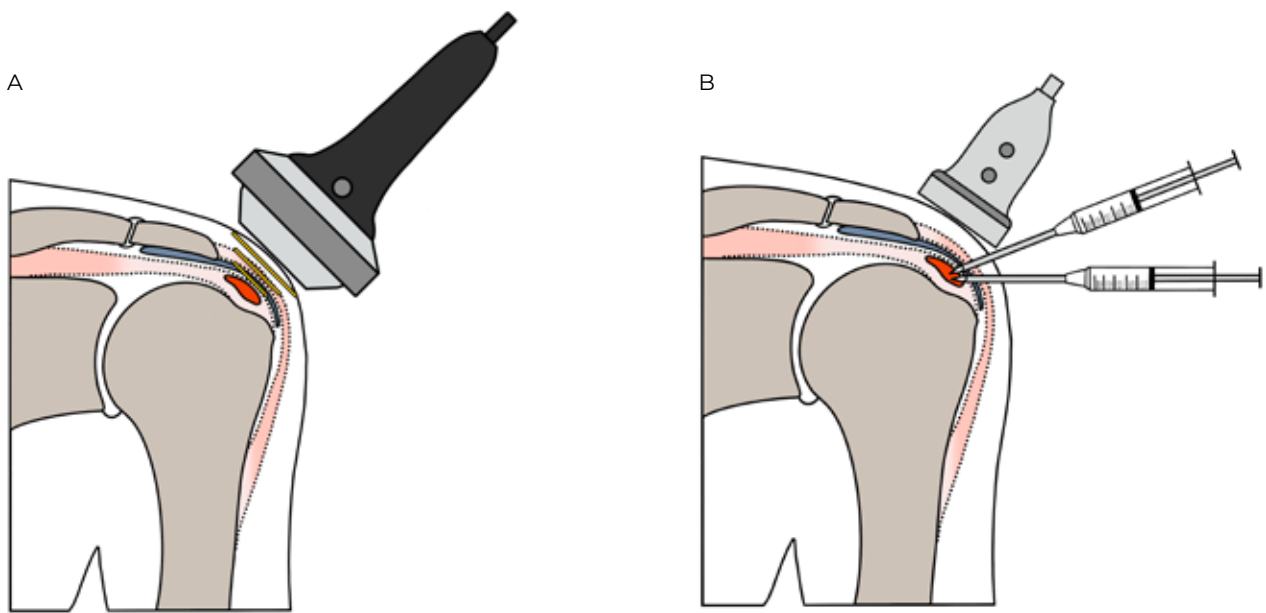
Methodisch toepassen van oefentherapie

Een passende oefentherapie-interventie wordt dus bepaald door relevante disfuncties die op dat moment de klachten bepalen. Zonder analyse van de SAPS-patiënt vooraf de doelen bepalen³⁴⁻³⁶ is onjuist en het te verwachten resultaat is dat de ene vorm van oefentherapie niet beter is dan een andere vorm. Fysiotherapeuten dienen dus genuanceerder en methodischer om te gaan met de interventie oefentherapie.⁴² Stel eerst samen met de patiënt vast wat de doelen zijn en zorg ervoor dat de interventie past bij de beleving en interpretatie van de patiënt. Maak vervolgens een keuze voor het oefenprogramma en zorg dat die keuze ook op termijn goed uitpakt. En, niet onbelangrijk, maak de oefentherapie leuk en uitdagend. Er staan de fysiotherapeut veel oefenprogramma's ter

beschikking, meer somatisch gerichte programma's zoals isometrisch, excentrisch, concentrisch of plyometrisch oefenen, maar ook niet-somatisch gerichte programma's zoals graded activity, graduele exposure, mentaal-cognitieve oefentherapie en combineren van oefentherapie met pijneducatie (zie figuur 5 en tabel 1).

Op calcificatie gerichte behandelopties

Eind vorige eeuw, nu zo'n 25 jaar geleden, zijn twee intensieve interventies ontwikkeld gericht op het verminderen van calcificaties: non-invasieve extracorporele shockwavertherapie (ESWT) en minimaal invasieve barbotage (figuur 6 en kader).^{43,44} Bij ESWT worden peesweefsel en kalkdepot(s) behandeld met een mechanische prikkel (akoestische drukgolven). Bij ESWT worden gefocusseerde en niet-gefocusseerde (radiale) shockwave en laag- en hoogenergetische shockwave onderscheiden. De mechanische stimulus activeert de lokale stofwisseling, wat leidt tot een betere microcirculatie, een toename van de celactiviteit en het vrijkomen van weefselprikkelstoffen, en (mogelijk) een fragmentatie van de calcificatie. Bij barbotage wordt de calcificatie met echogeleiding herhaaldelijk met één of twee naalden aangeprikt en daardoor gefragmenteerd. Daarna wordt de pees gespoeld met een fysiologische zoutoplossing om de



Figuur 6 Schematisch overzicht van een ESWT-behandeling (A) en een barbotage-behandeling (B).
(Illustraties: Jessie van Hattum.⁷)

kalkmineralen zoveel mogelijk te verwijderen. De procedure wordt meestal gecombineerd met een lokale corticosteroideninjectie.

Twee systematische reviews beschrijven dat gefocuseerde hoogenergetische ESWT en barbotage effectieve behandelvormen zijn voor CT-patiënten.^{7,45} In een daaropvolgend gerandomiseerd klinisch onderzoek onder 82 CT-patiënten zijn de effectiviteit van gefocuseerde hoogenergetische ESWT en barbotage met elkaar vergeleken.⁴⁶ Beide interventies leidden tot een statistisch significante

en klinisch relevante verbetering van de schouderfunctie. De scores op de Constant-Murley Scale (CMS, 0-100; hoe hoger hoe beter) namen toe van 'gemiddeld' (67 punten) naar 87 punten,⁴⁷ en de schouderpijn op een VAS/NPRS nam gemiddeld af van 6 naar 3. Na een jaar was 70 procent van de behandelde patiënten tevreden met hun actuele kwaliteit van leven. De verschillen tussen de groepen waren in het voordeel van barbotage, maar gering en statistisch niet-significant. Wel is de kans op vermindering van de calcificatie groter in de barbotagegroep: er was volledige resorptie bij 34 procent in de ESWT-groep en bij 68 procent in de barbotagegroep. In beide groepen nam ook het werkvermogen duidelijk toe en daalde het ziekteverzuim.⁴⁸ Uit studies van Bannuru en collega's (2014) en Kvalgaag en collega's (2017) blijkt dat de toevoeging van ESWT aan conservatief behandelen wel leidt tot betere resultaten bij CT, maar niet bij rotator cuffpeesandoeningen zonder calcificatie.^{49,50} Indien bij een CT-patiënt na ESWT of barbotage sprake is van disfuncties in het bewegingsapparaat, kan oefentherapie geïndiceerd zijn.⁵¹

Shockwave en barbotage

Shockwave en barbotage worden in de literatuur op verschillende wijzen aangeduid.

- r-ESWT: radiale extracorporele shockwave therapy (radiaal uitwaaiende drukgolven).
- f-ESWT: focussed (gefocuseerde) extracorporele shockwave therapy, opgedeeld in laagenergetische f-ESWT (< 0,2 mJ/mm²) en hoogenergetische f-ESWT (> 0,2 mJ/mm²).
- Barbotage, met als alternatieve termen: NACD ('needle guided aspiration of calcific deposits'), UGN ('ultrasound guided needling'), UG-PICT ('ultrasound guided percutaneous irrigation of calcific deposits'), 'lavage and needling' (spoelen en spuiten), UGPL ('ultrasound guided percutaneous lavage').

Conclusie

Er zijn veel patiënten met het subacromiaal pijnsyndroom (SAPS) en die worden grotendeels door huisarts en fysiotherapeut in de eerste lijn conservatief behandeld. Een relevant deel van deze SAPS-populatie

heeft een calcificerende tendinopathie (CT) en dat betreft een zelfstandige aandoening die tevens een risicofactor is voor aanhoudende klachten. Ook SAPS-patiënten met een CT worden in eerste instantie conservatief behandeld. Bij hoge actuele pijnscores is een aanpak gericht op vermindering van de pijn met medicatie of een injectie gepast. Oefentherapie is vaak geïndiceerd om het bewegend functioneren van de CT-patiënt te verbeteren. De oefentherapie kan gericht zijn op somatische doelen (verbeteren van de trekvastheid van de rotator cuffpezen, van de kracht en van de performance), maar ook op niet-somatische doelen (verbeteren van het zelfvertrouwen en van de zelfredzaamheid, verminderen van sensitiviteit). Bij CT-patiënten met aanhoudende klachten en onvoldoende effect van het genoemde beleid, zijn extra behandelopties mogelijk: hoogenergetische ESWT en barbotage. Het in dit artikel beschreven methodisch-systeematisch handelen bij CT-patiënten is complex en vraagt om een behandelaar met gespecialiseerde competenties op het gebied van schouderaan- doeningen.

Website Schoudernetwerk Twente

Op de website van Schoudernetwerk Twente (www.schoudernetwerktwente.nl) is over dit onderwerp meer informatie te vinden. Klik op de eerste pagina op 'tendinitis calcarea project'. Bij activeren verschijnen de volgende zeven documenten die u vrij kunt downloaden.

- Inleidende tekst over CT: Kenmerken, symptomen en therapie bij CT.
- Bijlage 1: Etiologie en substraat van een CT.
- Bijlage 2: RCCT als risicofactor voor schouderpijn.
- Bijlage 3: Diagnostiek en classificatie van CT.
- Bijlage 4: Multidisciplinaire flowchart voor CT.
- Bijlage 5: De interventie oefentherapie bij schouderpijn. Hier is de uitwerking te vinden van types oefentherapie die een fysiotherapeut kan kiezen bij de behandeling van een CT-patiënt.
- Volledige proefschrift Jan Louwerens over CT.

www.physios.nl

- Bijlage 1. Louwerens JKG. Evaluating treatment options for calcific tendinitis of the rotator cuff. Proefschrift. VU Amsterdam, 2020.

Relevante artikelen in het Physiosarchief

- Koel G. Fysiotherapeutische diagnostiek bij patiënten met schouderpijn: methodologie, motivatie en timing van specifieke schouder tests. *Physios* 2017;9(1):4-13.
- Struyf FLS. Rotator cuffgerelateerde schouderpijn: een overzicht om door de bomen het bos weer te zien. *Physios* 2022;14(2):29-38.

Literatuur

1. Gosens T, Hofstee DJ. Calcifying tendinitis of the shoulder: advances in imaging and management. *Curr Rheumatol Rep.* 2009;11(2):129-34.
2. Jansen MJ, Brooijmans F, Geraets JJXR, et al. KNGF Evidence Statement Subacromiale klachten. *Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie* 2011;121(1 Suppl).
3. Bron C, Diercks RL, Dorrestijn O, et al. Subacromiaal Pijnsyndroom van de Schouder (SAPS). Den Bosch: NOV, 2012.
4. Ogon P, Suedkamp NP, Jaeger M, et al. Prognostic factors in nonoperative therapy for chronic symptomatic calcific tendinitis of the shoulder. *Arthritis Rheum.* 2009;60(10):2978-84.
5. Damen GJ, Koel G, Kuijpers T, et al. NHG-standaard Schouderklachten (M08). Geraadpleegd op 7-10-2022 via: <https://richtlijnen.nhg.org/standaarden/schouderklachten>.
6. Struyf F. Rotator cuff-gerelateerde schouderpijn: een overzicht om door de bomen het bos weer te zien. *Physios* 2022;14(2):29-38.
7. Louwerens JKG. Evaluating Treatment Options for Calcific Tendinitis of the Rotator Cuff. Thesis. VU Amsterdam, 2020. Geraadpleegd op 7-10-2022 via: <https://www.orthopeden.org/downloads/837/proefschrift-jan-louwerens.pdf>.
8. Louwerens J. Calcificerende tendinopathie van de rotator cuff. *Imago.* 2021;7(3):11-8.
9. Louwerens J, Ottenheijm R. De behandeling van calcificerende tendinopathie van de schouder. *Huisarts Wet.* 2021;64:58-63.
10. Compagnoni R, Menon A, Radaelli S, et al. Long-term evolution of calcific tendinitis of the rotator cuff: clinical and radiological evaluation 10 years after diagnosis. *J Orthop Traumatol.* 2021;22(1):42.
11. Uhthoff HK, Loefer JW. Calcific tendinopathy of the rotator cuff: pathogenesis, diagnosis, and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997;5(4):183-91.
12. Spargoli G. Supraspinatus tendon pathomechanics: a current concepts review. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13(6):1083-94.
13. Sucuoğlu H, Asan A. Relationship between calcific tendinopathy and rotator cuff tear on shoulder magnetic resonance imaging: case-controlled comparison. *Pol J Radiol.* 2020;85:e8-e13.

Voor de volledige literatuurlijst wordt verwezen naar www.physios.nl.