

9.1 Inleiding

Schouderbewegingen komen tot stand door een complex samenspel tussen een groot aantal botstukken. Om deze bewegingen met minimale energie (zie ook ‘Minimal energy principle’ op p. 187) en optimaal rendement te kunnen uitvoeren, worden hoge eisen gesteld aan de biomechanische kwaliteiten, waarvan er een aantal hieronder wordt benoemd. Vooral bij eindstandige bewegingen dient aan deze hoge eisen te worden voldaan. Of dat in voldoende mate gebeurt, is mede afhankelijk van een goede balans tussen belasting en belastbaarheid van het individu. Bij klachten over de schoudergordel zal het lichamelijke onderzoek zich niet tot dit gebied mogen beperken maar ook de nek- en rompfunctie omvatten. Zelfs het adequaat functioneren van de lage rug en de onderste extremiteiten is van belang. Voor het uitvoeren en controleren van ballistische bewegingen (zie p. 200) is zowel een soepele romp als een stabiele basis noodzakelijk. De volgende structuren spelen echter de belangrijkste rol in de schouderregio:

- de botstukken van de schoudergordel en hun verbindingen (zie p. 360);
- de korte, diepgelegen monoarticulaire bindweefselplaten en spieren (anders gezegd: bindweefselplaten mét en zonder actine en myosine) van de totale schoudergordel (inclusief de cervicale wervelkolom) en de thoracale en lumbale wervelkolom;
- de langere, oppervlakkiger gelegen oligoarticulaire bindweefselplaten en spieren (lopend over twee tot vijf gewrichten);
- de langste polyarticulaire bindweefselplaten en spieren die zijn uitgespannen van (inter)craniaal (hersenvliezen, dura mater) tot aan de vingertoppen (epi-, peri- en endoneurium van de perifere zenuwen) en de lumbale wervelkolom (spieren – zoals m. latissimus dorsi – en de lichaamsfascie).

Bij ballistische bewegingen – zoals bij een explosieve tennisservice of smash – maar ook bij eindstandige bewegingen met een groot moment in een relatief gesloten keten (zwaaien in de ringen) wordt vooral een beroep gedaan op de stabiliteit en de

schokdempende kwaliteiten van de schoudergordel: de trekvastheid van het collageen bindweefsel, de visco-elastische kwaliteiten van het gezonde bindweefsel, het vermogen van de oppervlakkige (bind)weefsellagen om langs de dieper gelegen bindweefsellagen te kunnen ‘vergliden’ en de controle over de eindstandige positie in de totale schoudergordel. Door een gebrek aan controle kan een kleine verstoring in dit complexe samenspel grote – traumatische – gevolgen hebben voor de hierboven genoemde bewegingsketen.

In schema 1.9 zijn de belangrijkste activiteiten en participaties genoemd waarbij de schouderregio een rol speelt.

9.2 Functionele aspecten van de gewrichten van de schouderregio

In deze paragraaf wordt de globale functionele anatomie van het glenohumerale en scapulothoracale systeem besproken, waarbij iets dieper wordt ingegaan op de morfologie van de gewrichtsvlakken, de globale functies van de capsulo-ligamentaire versterkende structuren en de bijzondere gewrichtsposities die van belang zijn voor de manuele therapie van deze regio.

De schoudergordel bestaat uit een zeer mobiel en coördinatief hoogwaardig systeem, met vele onderdelen die perfect in elkaar grijpen. Stoornissen in dit systeem kunnen leiden tot beperkingen in activiteiten (zie schema 1.9), waardoor zelfs het participeren in de maatschappij kan worden belemmerd. Om deze soms zeer subtiele schouderfunctiestoornissen te kunnen opheffen, is een zo zuiver mogelijke functieanalyse van dit complexe systeem nodig.

De verbindingen tussen de botdelen van de schouderregio worden in twee hoofdgroepen verdeeld: het glenohumerale systeem en het scapulothoracale systeem. Het scapulothoracale systeem bestaat weer uit een primair en een secundair gedeelte (afb. 9.1).

- Het glenohumerale systeem > Het *glenohumerale systeem I* bestaat uit:
 – de art. humeri;
 – de junctura subacromialis (of de ‘art.’ subacromialis of ‘art.’ suprahumeralis);
 – het bicipitale glijmechanisme.
- Het scapulothoracale systeem > Het *primaire scapulothoracale systeem IIa* bestaat uit:
 – de art. acromioclavicularis;
 – de art. sternoclavicularis;
 – de junctura scapulothoracalis (of de junctura scapulocostalis).
- Het *secundaire scapulothoracale systeem IIb* bestaat uit:
 – de artt. costovertebrales Th1 t/m Th9;
 – de artt. costotransversariae Th1 t/m Th9;
 – de artt. intervertebrales C4 t/m Th9.

In het kader van de manuele therapie van de extremiteten worden eerst de functionele aspecten van het glenohumerale systeem en daarna die van de *primaire* botverbindingen van het scapulothoracale systeem besproken. Voor een beschrijving van de functionele aspecten van de *secundaire* botverbindingen wordt naar de literatuur over de wervelkolom verwezen.

9.2.1 Het glenohumerale systeem

- Monoarticulaire >>
 bindweefselplaten
 Gewrichtsvorm >

Art. humeri

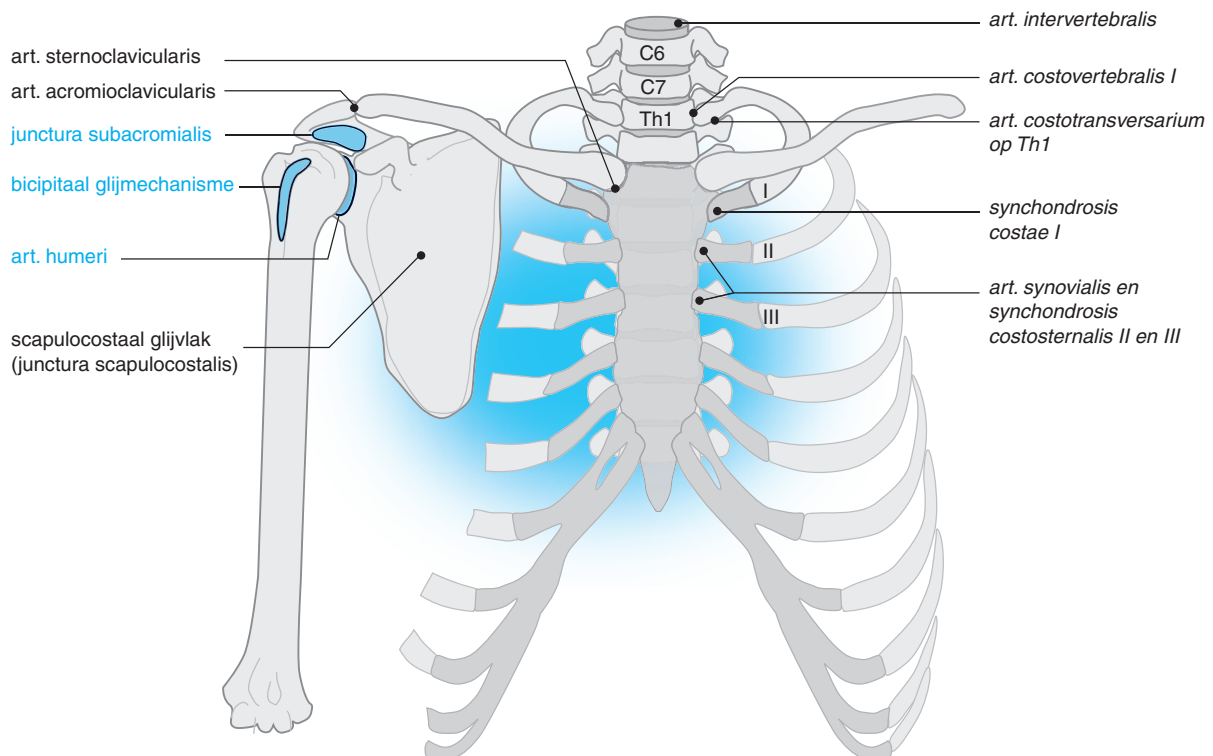
De art. humeri is een art. ovoidalis dat bestaat uit het convexe caput humeri (afb. 9.2a) en de concave

cavitas glenoidalis, met inbegrip van het labrum glenoidale.

De *concave cavitas glenoidalis scapulae* is ovaalvormig en heeft de langste diameter in verticale richting (afb. 9.2b). In de anatomische stand omvat de cavitas het met hyalien gewrichtskraakbeen beklede caput humeri langs deze verticale diametrale lijn voor circa twee derde deel. In horizontale richting is de cavitas smaller. In de anatomische stand omsluit de cavitas glenoidalis langs deze lijn het caput voor ongeveer een derde deel. Het flexibele labrum glenoidale bestaat uit vezelig kraakbeen en vergroot het contactoppervlak enigszins. Verder zorgt het voor een continue zorgvuldige ringvormige afsluiting en kan daarom een belangrijke *zuignapfunctie* uitoefenen zodra een negatieve atmosferische druk ontstaat binnen de art. humeri. In de anatomische stand wijst de cavitas naar *lateraal, ventraal* en iets naar *craniaal*.

Het *convexe caput humeri* is bijna kogelvormig. Het met hyalien gewrichtskraakbeen beklede bolvormige oppervlak ‘kijkt’ als het ware naar *mediaal, craniaal* en *dorsaal*. Anders gezegd: het caput humeri staat ongeveer 45° naar *mediaal gekanteld* ten opzichte van de as van de humeruschacht en vertoont een *retrotorsie* van ongeveer 30° ten opzichte van een frontaal vlak door de humerusepicondylhi (afb. 9.2a en 9.3).

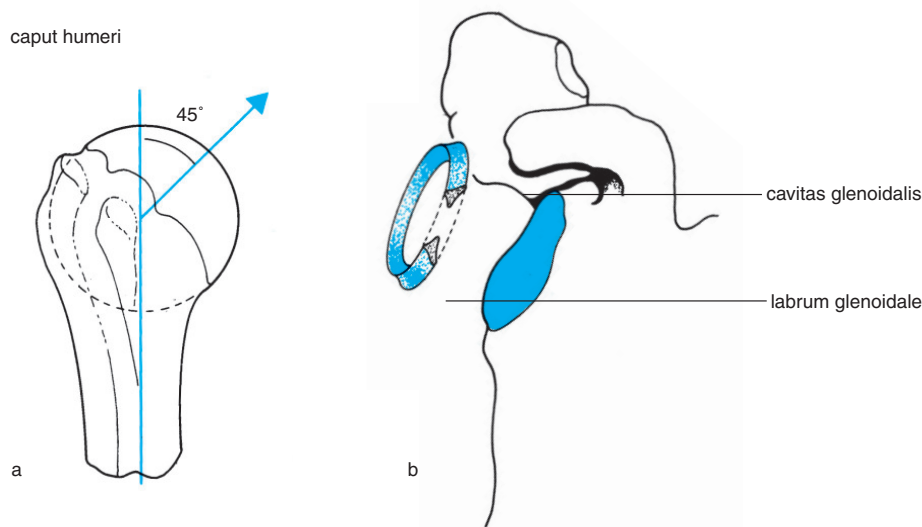
<< In het collagene bindweefsel tussen caput humeri en cavitas glenoidalis kunnen onder andere de volgende structuren worden onderscheiden.



Afbeelding 9.1

De verbindingen van het schoudercomplex.

I = het glenohumerale systeem; IIa = het primaire scapulothoracale systeem; IIb = het secundaire scapulothoracale systeem.



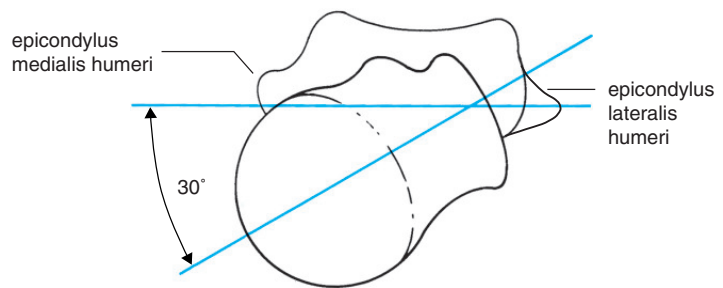
Afbeelding 9.2
 a Rechter caput humeri van ventraal gezien.
 b Rechter cavitas glenoidalis van ventraal gezien.

Het *gewrichtskapsel* is dun en vertoont een aantal plooien (plicae). Vooral aan de ventrale zijde wordt de membrana fibrosa versterkt door de capsulaire ligg. glenohumeralia pars superius, medium en inferius. Tussen de ligg. glenohumerale superius en medium is het gewrichtskapsel zwakker en dunner: het foramen van Weitbrecht. Het foramen van Rouvière is een vergelijkbare ‘zwakke’ plek in het ventrale kapsel en ligt tussen de ligg. glenohumerale medium en inferius (afb. 9.4). In traumatische situaties luxeert het caput humeri meestal naar ventraal (en caudaal). Vaak blijkt bij dit type schouderluxaties het lig. glenohumerale medium niet aangelegd.

Passieve stabilisatie. De *passieve stabilisatie* van de art. humeri wordt onder andere verzorgd door het gewrichtskapsel, de capsulaire en extracapsulaire ligamenten, het epimysiale bindweefsel van de monoarticulaire rotatorenmanchet en de negatieve – intra-articulaire – atmosferische druk met ‘zuignapwerking’ van het labrum zodra er tractiebewegingen op het gewricht worden uitgevoerd. De collageen spierbindweefselschotten, bestaande uit endomysium, perimysium en epimysium en endo-, peri- en epitenon, zijn in eerste instantie van belang om de spier zelf stevigheid te geven, maar in tweede instantie zorgen ze ook voor het opvangen van driedimensionale rekspanningen rondom het gewricht.

Het epimysium rond de spierbuik en het epitenon van de pees hebben een functie bij *passieve rek* op de spier in lengterichtingen. Bij combinaties van passieve rekspanning en actieve intramusculaire spanning wordt een beroep gedaan op het perimysium rond bundels van spiervezels en op het peritenon. Het endomysium lijkt slechts van belang bij het verwerken en opvangen van krachten in de spierbuik die in dwarse richtingen verlopen. Het endomysium bevindt zich als een collageen netwerkje rond elke individuele spiervezel.

Het passieve systeem kan echter niet optimaal functioneren zonder verbinding met een intact actief systeem, en omgekeerd. >> De *close-packed posi-*



Afbeelding 9.3
 Rechter humerus van craniaal: retrotorsie van het caput humeri ten opzichte van het frontale vlak.

tion van de art. humeri en feitelijk die van het totale glenohumerale systeem wordt bereikt door de combinatie van maximale exorotatie, abductie en horizontale extensie. Dit is de positie waarin er sprake is van optimale vormsluiting tussen het caput humeri en de cavitas glenoidalis, die door maximale spiralisering een vergrendeling van het glenohumerale systeem oplevert door krachtsluiting. Dit wordt de maximally close-packed position – en verder in dit boek de MCPP (I) – van het glenohumerale systeem genoemd. Bij de bespreking van de junctura subacromialis op p. 355 zal de MCPP (II) van dit systeem ter sprake komen: de horizontale flexie met doorgevoerde endorotatie. In beide gevallen geldt dat er in de schoudergordel sprake moet zijn van een ‘intacte anatomie’ zodat een beroep kan worden gedaan op de passieve stabiliteit in het glenohumerale systeem.

Vooral wanneer controle gewenst is bij eindstandig passieve en ballistische bewegingen rond de CPP bestaat een mogelijkheid tot extra *actieve stabilisatie*. Denk hierbij aan het werpen van een speer of honkbal (‘late cocking’-fase uit de werpbeweging, waarbij de schouder zich naar de CPP begeeft). De schijnbaar zwakkere plekken dorsaal en ventraal in een ‘gezond en onbeschadigd’ schoudergewricht worden als het ware ‘gesloten’ door het opschroeven (spiraliseren) van het spier- en gewrichtsbindweefsel tot de MCPP (krachtsluiting). Met name de *endomysiale bindweefselnetwerkjes* rond de individuele spiervezel spelen een belangrijke rol bij het opvangen

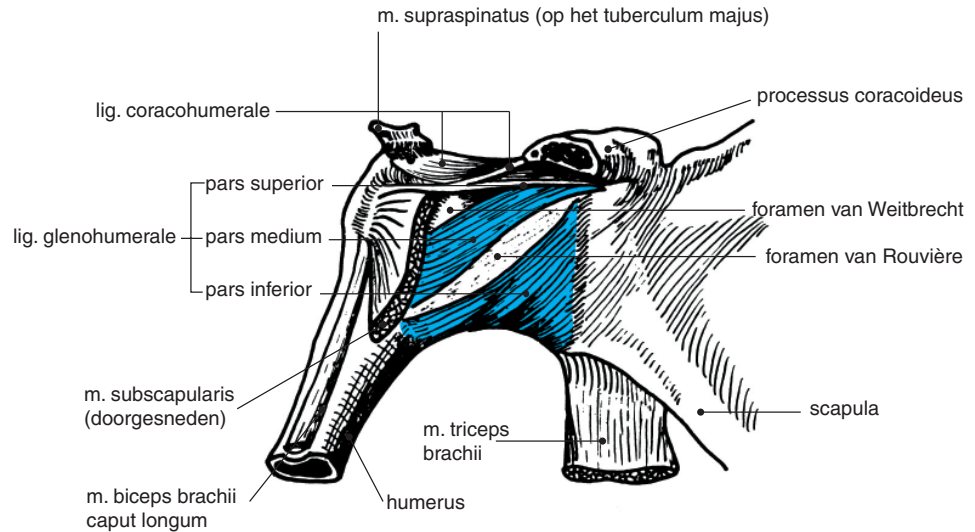
< MCPP

< Actieve stabilisatie

<< CPP

Afbeelding 9.4

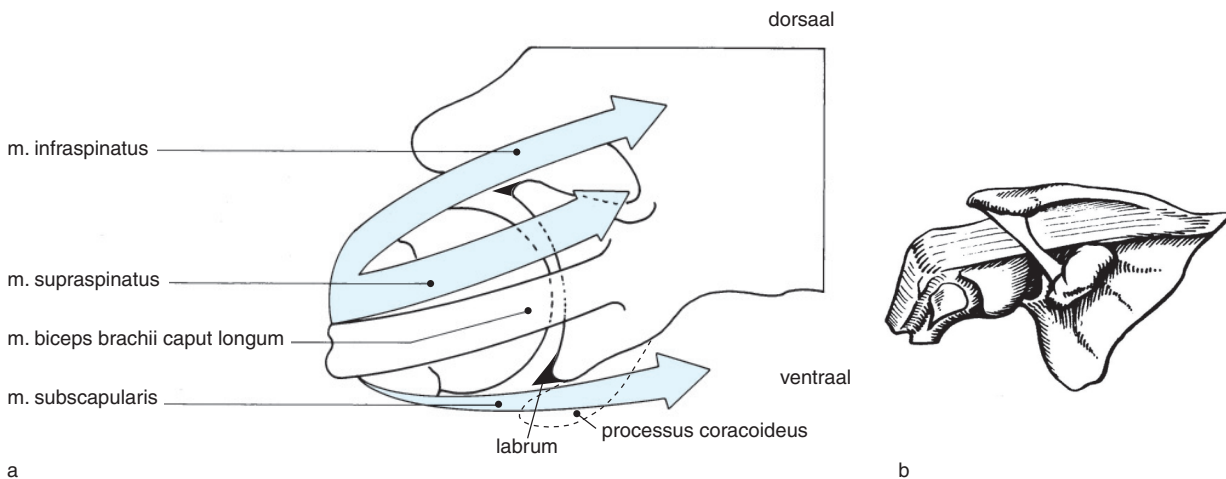
Het rechter schoudergewricht van ventraal. De diepe capsulo-ligamentaire structuren met de foramina van Weitbrecht en Rouvière. Het acromion en de clavicula zijn hier verwijderd (uit Kapandji, 2009).



van dreigende luxaties doordat ze stevigheid in dwarse richting bieden in de spierbuik van de gerekte en tegelijkertijd reflectoir aanspannende musculatuur.

De direct over het gewrichtskapsel gelegen monoarticulaire spieren kunnen gezien worden als 'bindweefselplaten met actine en myosine'. Ze spelen een belangrijke rol bij de geleiding en stabilisatie van het caput humeri op de relatief kleine en ondiepe cavitas glenoidalis. De mm. subscapularis, supraspinatus, infraspinatus en teres minor zijn innig met het diepe capsulaire bindweefsel verweven. Ze worden *lokale* stabilisatoren genoemd. De artrogene functiestoornissen die bij een artritis optreden hebben meestal een relatie met stoornissen van de rotatorenmanchet (afb. 9.5).

De krachtsluiting in het glenohumerale systeem kan in de (M)CPP nog verder worden vergroot wanneer de over het schoudergewricht verlopende oligo- en polyarticulaire spieren actief op spanning worden gebracht. Ze worden *globale* stabilisatoren genoemd. Daarnaast kunnen ze gespannen worden vanuit maximaal gerekte positie. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door vanuit de (M)CPP van het schoudergewricht de volgende posities in te nemen: –extensie en pronatie van de elleboog gecombineerd met palmairflexie van de pols en flexie van de vingers; –extensie en supinatie van de elleboog gecombineerd met dorsaalflexie van de pols en extensie van de vingers.

**Afbeelding 9.5**

Rechter schoudergewricht van craniaal.

a De rotatorenmanchet als monoarticulaire, lokale transversale stabilisator van het schoudergewricht en de pees van de m. biceps brachii caput longum als biarticulaire globale stabilisator.

b De m. supraspinatus onder het lig. coracoacromiale in de supraspinatusloge en zijn fossa, alsmede de pees van de m. biceps brachii in de sulcus intertubercularis (zie ook afb. 9.6b).

Intermezzo 9.1 Het lig. coracohumerale en de m. pectoralis minor

De stabiliteit van de art. humeri wordt in sterke mate bepaald door musculaire componenten. Ventraal ziet men de m. subscapularis, caudaal de m. triceps brachii, dorsaal de m. teres minor en infraspinaat en craniaal de m. supraspinatus (afb. 9.5 en 9.6). Tussen de m. supraspinatus en m. subscapularis ligt het lig. coracohumerale als een soort 'capsulaire recessus' (Cooper et al., 1993). Deze extracapsulaire monoarticulaire bindweefselplaat bevat geen actine en myosine en is daarom niet zo elastisch als de andere kapselspanners (afb. 9.4). Matthijs et al. (2002) beschrijven dat dit ligament een rol speelt bij het ontstaan van een 'frozen shoulder', omdat de synovitis c.q. artritis zich ontwikkelt vanuit dit zogenoemde 'rotatorenmanchet-interval'. Rauber et al. (1987) beschrijven dat de insertie van de m. pectoralis minor zich niet altijd op de processus coracoideus bevindt, maar soms 'versmolten' is met het lig. coracohumerale. Het lijkt erop dat de rotatorenmanchet zich gedurende de evolutie tracht te perfectioneren. Immers, de fixatie in de protractiepositie van de scapula is bij de opgerichte houding minder belangrijk dan vroeger, toen we nog viervoeters waren.

Bij de horizontale flexie en toegevoegde endorotatie wordt het (dunne) *dorsale* schouderkapsel ter stabilisatie en geleiding gecompenseerd door de m. infraspinaat, de m. teres minor en de m. deltoideus.

Bij de horizontale flexie met toegevoegde exorotatie ontstaat bovendien maximale spiralisatie van het glenohumerale kapsel en een optimale vorm- en krachtsluiting in het glenohumerale systeem (art. humeri, junctura subacromialis, biceps-glijmechanisme).

Bij abductie, horizontale extensie en exorotatie (CPP) wordt het glenohumerale gewricht aan de ventrale zijde 'gecontroleerd' door de m. subscapularis (diep, lokaal) en de m. pectoralis major en minor en vooral door de m. latissimus dorsi (oppervlakkig, globaal). Dit 'controleren' gaat gepaard met maximale spiralisatie van het totale kapsel en optimale vormsluiting. Dit is van belang bij eindstandige ballistische werpbewegingen of bij dreigende luxaties in de buurt van de CPP.

In schema 9.1 is aangegeven dat in de loop van de evolutie als het ware versterking nodig was op plaatsen waar bescherming van het *ventrale* kapsel door andere stabiliserende factoren ontbrak.

Junctura subacromialis

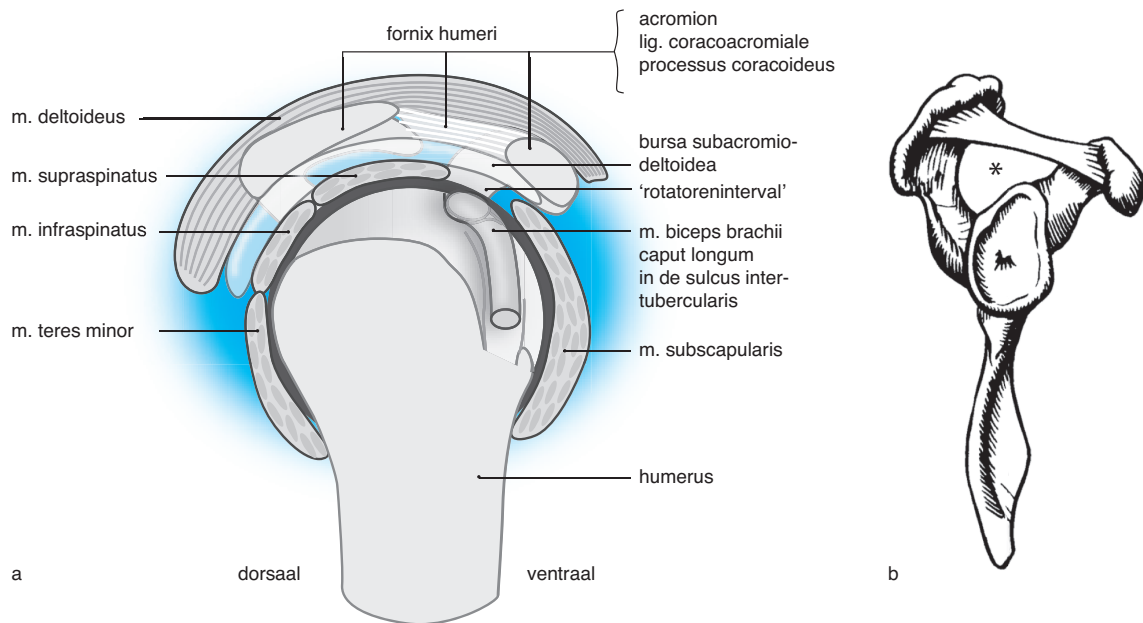
De junctura subacromialis voldoet anatomisch gezien niet aan de definitie van een gewricht, omdat de obligate kenmerken ontbreken, zoals twee of meer gewrichtspartners met (hyalien) gewrichtskraakbeen en een gewrichtskapsel. De bursa sub-

Schema 9.1 Overzicht van de capsulo-ligamentaire versterkende structuren van de art. humeri. Dit zijn de 'dikkere' delen van het kapsel op plaatsen waar de overige passieve en actieve componenten 'tekortschieten'.

<i>capsulo-ligamentaire versterkende structuren</i>	<i>geleidings- en stabiliseringsfunctie</i>	<i>aantal botverbindingen</i>
lig. glenohumerale superius	exorotatie	monoarticulair
	horizontale extensie	
	horizontale extensie + exorotatie	
lig. glenohumerale medium	abductie	monoarticulair
	exorotatie	
	horizontale extensie	
	horizontale extensie + exorotatie	
lig. glenohumerale inferius	abductie	monoarticulair
	exorotatie	
	horizontale extensie	
	horizontale extensie + endorotatie	
lig. coracohumerale anterius	retroflexie	monoarticulair
lig. coracohumerale posterius	anteflexie	monoarticulair

acromialis kan hier worden gezien als de 'gewrichtsholte' en tegelijkertijd de 'gewrichtsspleet' van deze verbinding. Door belangrijke negatieve klinische ervaringen uit het verleden (zoals rigoureuze acromionplastieken en ondeskundig uitgevoerde bursa-infiltraties met corticosteroiden) en belangrijke positieve klinische ervaringen uit het heden kwam dit 'gewricht' volop in de (wetenschappelijke) belangstelling te staan. In dit boek wordt ruime aandacht besteed aan het toepassen van de intrinsieke compensatiestrategie bij de conservatieve behandeling van het impingementsyndroom van de schouder. Hierbij wordt de bursa subacromialis als 'gewrichtsholte' gezien. Bij het

benoemen en beschrijven van deze verbinding wordt daarom gekozen voor de term 'junctura subacromialis' of 'subacromiaal gewricht'. Het extra-articulaire glijcontact (craniale, ventrale, dorsale en laterale glijvlak buiten het mediale en synoviale – glenohumerale – glijvlak) van de proximale humerus en de omringende benige en weke delen van de scapula (acromion, lig. coracoacromiale, processus coracoideus en alle omringende spieren) wordt ook 'humeroscapular motion interface' genoemd (HSMI). Dit koppelingsmechanisme vergroot de stabiliteit en bewegingsmogelijkheden van het schoudergewricht (Romeo AA et al., 1998). Zie afb. 9.6a en b.

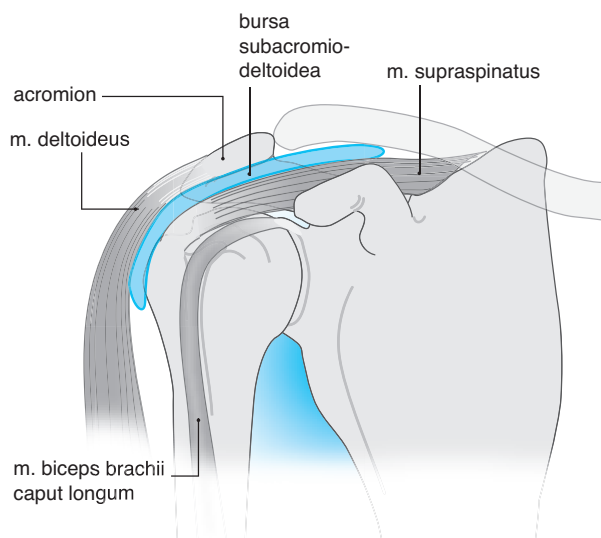


Afbeelding 9.6

De rechter schouder vanaf lateraal gezien.

a Humero scapular motion interface (HSMI): schematische weergave van de subacromiale ruimte, de fornix humeri en de langs elkaar glijdende structuren van dit humeroscapulaire koppelingsmechanisme.

b De (voornamelijk benige) uitbreiding van de glenohumerale concaviteit door middel van het acromion, de processus coracoideus en het ligamentum coracoacromiale (de 'fornix humeri'). De ster duidt de supraspinatusloge aan. (Bron afb. 9.6b: Kapandji, 2009.)



Afbeelding 9.7

Rechter schouder van ventraal gezien: frontale doorsnede door de junctura subacromialis.

>> De junctura subacromialis (afb. 9.7) bestaat uit twee gewrichtspartners, waarbij de *craniale* bewegingspartner wordt gevormd door de fornix humeri met de benige bestanddelen acromion en processus coracoideus. Verder vormen ventraal het lig. coracoacromiale en lateraal de fascia subdeltoidea de bindweefselige bestanddelen van het craniale, licht concave glijvlak.

>> De proximale humerusepifyse (de craniale humerus) en de daarop insererende pezen van de rotatorenmanchet vormen het convexe articulerende 'gewrichtsvlak'.

Tussen deze gewrichtsvlakken ligt de bursa subacromiodeltoidea. De slijmbeurs kan gezien worden als het glijvlak tussen de hierboven genoemde craniale en caudale 'gewrichtspartners', dat werkt als een hermetisch afgesloten en *driedimensionaal werkend rupsbandsysteem*. Dit is voor te stellen door de vlakke handen tegen elkaar te houden – met daartussen een met weinig lucht (synovia) gevulde afgesloten plastic boterhamzak (bursa) geklemd – en ze in alle richtingen ten opzichte van elkaar te wrijven. De bursa is een membrana synovialis in de vorm van een platte zak tussen de weefselagen, die gevuld is met synovia: de gewrichtsholte van de junctura subacromialis. Normaal is er sprake van een AHA (acromio-humerale afstand) van 10 mm. In ontstoken toestand neemt de gezwollen bursa te veel ruimte in en verstoort vooral de abductie. Na de ontsteking kan de functie van het rupsbandsysteem worden gestagneerd door 'verkleving' van de bursawanden. Dit verstoort vooral het caudale en craniale schuiven van de humeruskop in de cavitas glenoidalis en tegelijkertijd het mediale en laterale schuiven in de junctura subacromialis tijdens allerlei bewegingen van de humerus.

Intermezzo 9.2 De junctura subacromialis in het licht van de glijdende bindweefselplaten (afb. 9.7)

Door de belangrijke rol die de junctura subacromialis speelt bij het 'impingementsyndroom' en bij schouderinstabiliteit, bestaat hiervoor een ruime manueel-therapeutische belangstelling. De junctura kan worden gezien als een craniale en laterale vergroting van de convexiteit van de art. humeri. Rol- en schuifbewegingen van de humerus in de cavitas glenoidalis vinden gelijktijdig ook hier plaats. Cyriax (1984) infiltreerde een acute bursitis subdeltoidea met 10 ml corticosteroidsuspensie – keurig verdeeld over de volledige slijmbeurs – voorafgegaan door een morfine-injectie. De chronische bursitis subacromialis injecteerde hij ter bevestiging van de diagnose met ('a local anaesthetic solution') 10 ml 0,5% lokaal anestheticum. Dit bleek vaak tevens een therapeutisch effect te hebben. Als interne validatie wordt gesteld dat een droge bursa een optimaal 'rolglijgedrag' in de junctura belemmert. Een volgespoten en pijnvrije slijmbeurs kan zijn glijfunctie hervatten en zal daardoor vlotter herstellen.

Door primair op de junctura subacromialis gerichte HVT-tractie- en kantelimpulsen in driedimensionale richtingen te geven, lijkt de bursa op een vergelijkbare manier te worden 'ontplooid'. Dit kan worden uitgevoerd vanuit verschillende humerusposities, in combinatie met compressietechnieken en technieken die gericht zijn op het glijmechanisme van de diepe bindweefselplaten. Zo krijgt de manuele therapie in relatie tot de junctura subacromialis duidelijk zin. De weg wordt vrijgemaakt voor 'impingement-vermijdende' (inklemmingsontwijkende), geleid actieve, reëducatieve oefeningen: de '*deviatiebeweging*' (vrij naar Sohier, 1962) en '*circumductiebeweging*'. Dit gaat vervolgens vloeiend over in de zuivere actieve oefentherapie die dagelijks thuis wordt uitgevoerd. De laatste jaren zijn onderzoeks- en behandeltechnieken voor deze junctura meer en meer in ontwikkeling; ze krijgen in dit boek hun verdiende plaats.

Het bicipitale glijmechanisme

Het caput longum van de m. biceps brachii insereert proximaal aan het tuberculum supraglenoidale van de scapula en het craniale deel van het labrum glenoidale, met een aanhechtingshoek van circa 90° ten opzichte van het periost van de scapula (het vlak van de cavitas glenoidalis) door het horizontale verloop van de pees in de subacromiale ruimte. Door de grote hoek is de pees via zijn tendoperiostale overgang, die uit vezelig kraakbeen bestaat, in het periost van de scapula *geplugd* (zie ook 'Schade en herstel van de tendoperiostale overgang' op p. 51). Het vezelige kraakbeen voor de bicepspees wordt geleverd/ gevormd door het *craniale* gedeelte van het labrum glenoidale. Deze vorm van aanhechting is weinig stabiel. Daarom worden op deze plaats vaak overrekkingen (distorsies, productschade) aangetroffen en komt het regelmatig voor dat de bicepspees en het labrum hier zelfs scheuren. Deze aandoening staat bekend onder de naam '*SLAP-laesie*' (= superior labral tear, anterior to posterior) (zie p. 397).

Intermezzo 9.3 Het bicipitale glijmechanisme als zadelgewricht

Een interessant morfologisch aspect verdient de aandacht: het proximale deel van het caput longum van de bicepspees fungeert als een smalle uitbreiding van de glenohumerale en subacromiale concaviteit. Dit wordt later in dit boek het concave 'laterale glijvlak' van de humeruskop genoemd. Tijdens abductie schuift het convexe caput humeri ten opzichte van de stilstaande bicepspees naar proximaal (afb. 9.9). Dit peesgedeelte is ook verantwoordelijk voor het 'ruitenwiserfenomeen' ('sweep'-fenomeen) bij exo- en endorotatie van de humerus vanuit de nulstand en werkt zo als een 'pizzames' tussen het kapsel en het caput humeri (zie afb. 9.33 op p. 387). Dit fenomeen wordt mogelijk doordat de bicepspees meer naar distaal via een 'zuigerverbinding' stevig omringd wordt door een vagina synovialis, collageen bindweefsel en bot in de sulcus intertubercularis. Hier (schommelt en) glijdt de concave sulcus bij exo- en endorotatie van de humerus rond en langs de ronde (convexe) pees. Het bicipitale glijmechanisme kan gezien worden als een functioneel zadelgewricht met een stabiliserende functie op de humeruskop (afb. 9.8).

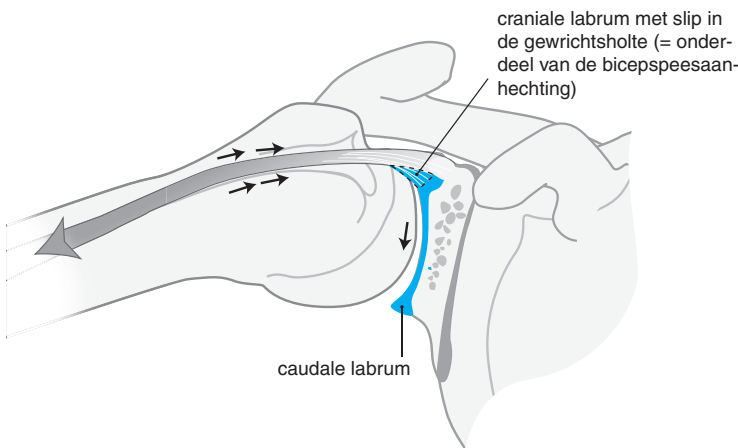
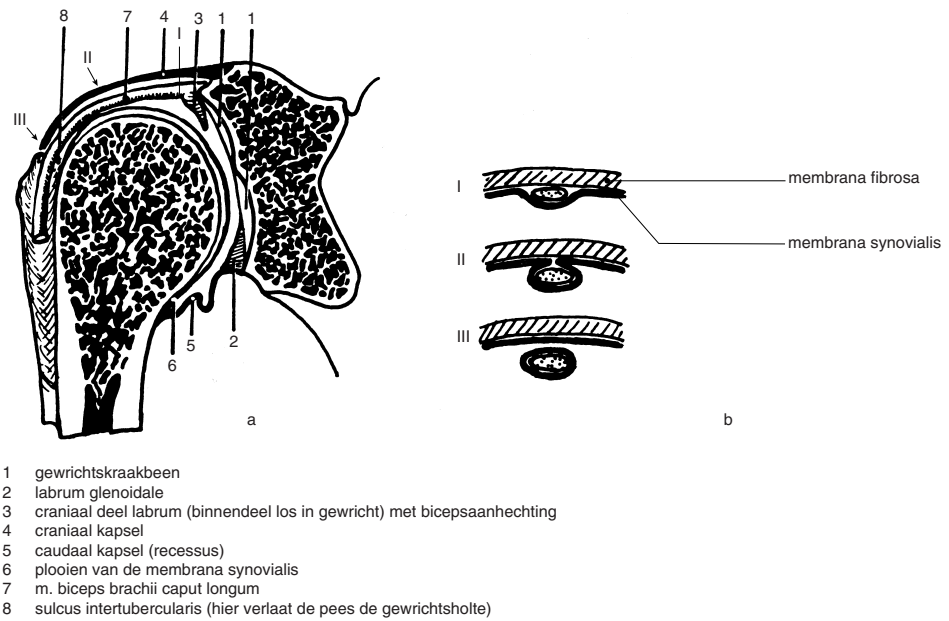
<< Craniaal articulerend vlak

<< Caudaal articulerend vlak

< Origo lange bicepspees

Afbeelding 9.8

a Ventraal aanzicht van de rechter schouder: frontale doorsnede waarop het verloop van de bicepspees duidelijk zichtbaar is.
 b Twee sagittale doorsneden en één transversale doorsnede van mediaal naar lateraal. In doorsnede I (mediaal) ligt de pees tussen de membrana synovialis en de membrana fibrosa. In doorsnede II omhult de membrana synovialis de bicepspees en in doorsnede III heeft de bicepspees een eigen peesschede in de sulcus intertubercularis (uit Kapandji, 2009).

**Afbeelding 9.9**

Het 'laterale glijvlak' van het caput humeri. Tijdens abductie schuift het convexe caput humeri ten opzichte van de bicepspees naar proximiaal.

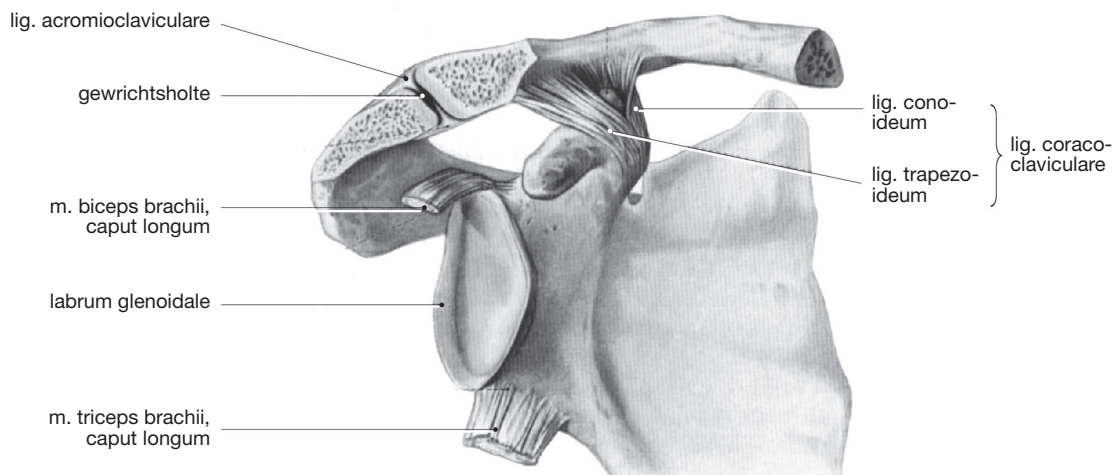
9.2.2 Het primaire scapulothoracale systeem**Art. acromioclavicularis**

Gewrichtsvlakken Zowel de facies articularis acromialis op de clavicula als de facies articularis acromii zijn zwak eivormig gekromd. Ze zijn beide licht convex en bekleed met een dikke laag vezelig kraakbeen. Soms is een discus articularis – dan vaak incompleet – aanwezig. Van bovenaf gezien verloopt de gewrichtsspleet meestal schuin van *antero-lateraal naar posteromediaal*. Ook vanaf de *voorzijde* gezien is er sprake van een schuin verloop van de gewrichtsspleet: van *mediocaudaal naar laterocraniaal*. De facies art. acromii 'kijkt' als het ware naar ventraal, mediaal en craniaal. De clavicula ligt dus op dit gewrichtsvlak van het acromion. Anders gezegd:

de 'normaal' (= de loodlijn vanuit het centrale contactpunt) van het corresponderende gewrichtsvlak van de clavicula wijst in *dorsale, laterale en caudale* richting (afb. 9.10). Er zijn echter verschillende anatomische varianten. Het verloop van de gewrichtsspleet wordt bepaald door de stand van de scapula en de clavicula. Het verdient extra aanbeveling – alvorens manipulaties op patiënten uit te voeren – de artrokinematica van dit gewricht te bestuderen en de vaardigheid in het beoordelen van gewrichtsspel en glijmogelijkheid te trainen.

De art. acromioclavicularis is bij uitstek een gewricht dat door HVT-manipulatie vanuit eindstandige schoudergordelposities zijn normale functie kan herkrijgen, omdat dit gewricht meestal pas bij eindstandige schoudergordelbewegingen pijnklachten veroorzaakt. Dit is het capsulaire patroon van het AC-gewricht. Daarnaast zijn 'gewrichtsblokkeringen' (ontbreken van 'gewrichtsspel') in het AC-gewricht meestal terug te voeren op capsulaire stijfheid ten gevolge van hypomobiliteit en subluxatiestanden die optreden bij instabiliteit of hypermobiliteit. Daarnaast zorgt de hoge nocisensorische innervatiedichtheid in de regio van clavicula en acromion vaak voor hinderlijke overgevoeligheid bij (langdurige) mobilisaties of oscillaties. Dit kan een voorbeeld zijn van *primaire hyperalgesie* (zie ook 'Gefaseerde beschrijving van een neurogene ontsteking' op p. 82 en 'Restauratie en recuperatie' op p. 45).

De art. acromioclavicularis speelt vooral een rol bij de *dynamische krachtoverdracht* van scapula naar clavicula en omgekeerd. Een osteokinematische beschrijving van de scapulabewegingen ten opzichte van de clavicula in het AC-gewricht tijdens (midstandige) functionele schoudergordelactiviteiten is nauwelijks mogelijk. Dit is ook van geringe betekenis, onder andere gezien de vele anatomische varianten in thorax-, clavicula- en acromionvormen.



Afbeelding 9.10

Ventraal aanzicht van de rechter schouder: frontale doorsnede van de art. acromioclavicularis. Weergegeven zijn: de capsulo-ligamentaire structuren (ligg. acromioclaviculares), het extra-articulaire lig. coracoclaviculare en het verloop van de normaal in laterale, caudale en dorsale richting (gezien vanuit de clavicula) (zie schema 9.2). Vanaf de processus coracoideus loopt de pars conoidea naar achter en mediaal, de pars trapezoidea naar voren en lateraal. (Uit: Vorm & beweging, 2004)

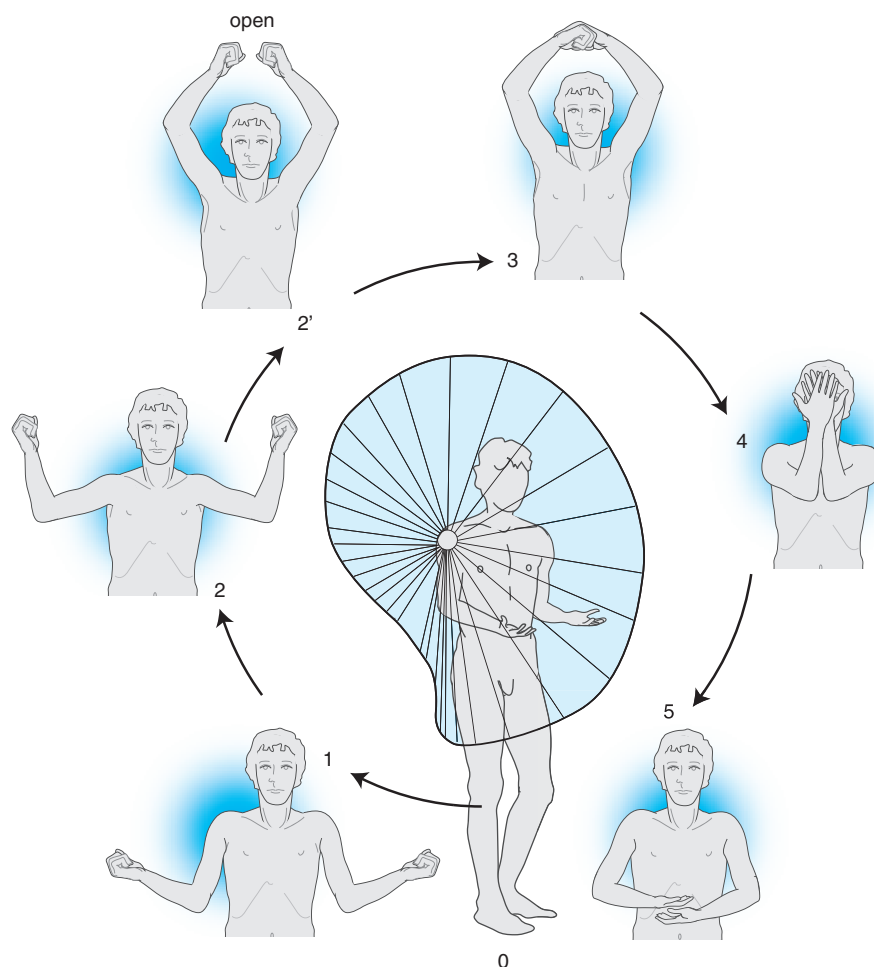
In theoretische situaties wordt volstaan met een beschrijving van de momentane hoek tussen scapula en clavicula in het frontale vlak (CSF-hoek, van voren gezien) en die tussen scapula en clavicula in het transversale vlak (CST-hoek, van bovenaf gezien) tijdens enig moment van een beweging. Het beoordelen van deze hoeken in momentane situaties – laat staan tijdens dynamisch bewegen – blijkt in de praktijk niet nauwkeurig mogelijk. Het is echter zinvol de artrokinematica van de art. acromioclavicularis bij driedimensionaal doorgevoerde *eindstandige* posities van de schoudergordel te beoordelen en te beschrijven. Een nauwkeurige artrokinematische beoordeling van de art. acromioclavicularis bij middenstandig bewegen in de schoudergordel blijkt in de praktijk ook niet mogelijk.

Intermezzo 9.4 Het capsulaire patroon van de art. acromioclavicularis

De artrokinematica van de art. acromioclavicularis kan – zoals aangegeven – beter worden beoordeeld en beschreven in eindstandige posities. Het capsulaire patroon (zoals beschreven door Cyriax) dat bijvoorbeeld ontstaat als gevolg van een traumatische artritis van de art. acromioclavicularis, kent geen mobiliteitsbeperkingen maar slechts pijn bij alle doorgevoerde eindstanden van de schoudergordel. Hier kan een opvallend verband worden waargenomen. Een belangrijk deel van de verklaring lijkt te liggen in het feit dat de art. acromioclavicularis niet direct wordt gestuurd door diep over het gewrichtskapsel gelegen, monoarticulaire musculatuur. Laat staan dat dit gewricht gestuurd wordt door een goed gecoördineerd spiersysteem, zoals de rotatorenmanchet bij de art. humeri.

Intermezzo 9.5 Maximale circumductiebeweging - 'Rondje buitenom': de art. acromioclavicularis eindstandig belasten

Uitgangspunt is de maximale circumductiebeweging van de humerus (afb. 9.11). Dit komt overeen met de functionele oefening '*rondje buitenom*' (zie ook 'Schoudergordel - circumductiebeweging' op p. 455), waarbij vanuit de anatomische stand en maximale exorotatie, retractie en retroflexie naar abductie-elevatie en uiteindelijk via horizontale flexie naar de anatomische stand wordt teruggekeerd. Vanaf elk willekeurig punt van deze door het distale deel van de humerus beschreven maximale perifere bewegingsbaan (de grootste 'bewegingscirkel') kan een kleine vector getekend worden, die loodrecht vanaf deze 'cirkel' naar dorsaal wijst. Dit is dan de gevraagde doorgevoerde eindstandige bewegingsvector van de schoudergordel: een verend duwen tegen de distale bovenarm, in dorsale richting, langs de grenzen van de bewegingsmogelijkheid, waarbij het AC-gewricht telkens gelijktijdig op verschillende delen in het gewricht wordt gerekt en gecompriëerd. Door combinaties met endo- of exorotatie, gebogen of gestrekte elleboog, ontstaan als het ware oneindig veel dreigende acromioclaviculaire gewrichts (sub)luxaties. Deze '*subluxatietheorie*' bij doorgevoerde armbewegingen is bruikbaar om te bepalen welke directe manipulatie het meest geschikt is om een AC-functiestoornis op te heffen.



Afbeelding 9.11

De circumductiebeweging van de schoudergordel (of: het 'rondje buitenom'; zie ook afb. 9.34). Het gearceerde gebied geeft de bewegingsbaan van de humerus aan. Start in positie 0 – de anatomische positie met 90° flexie ellebogen en gesupineerde onderarmen – en ga vervolgens via positie 1, 2, 3 en 4 naar positie 5 en weer terug naar 0.

Voor het onderzoeken en manipulatief opheffen van acromioclaviculaire functiestoornissen in het primaire scapulothoracale systeem wordt gekozen voor een aantal eindstandige posities van de schoudergordel, die stuk voor stuk te zien zijn als redelijk tot zeer stabiele posities van het glenohumerale systeem. Naast de endorotatiepositie vanuit 10° retroflexie zijn de overige – mits doorgevoerde – posities onderdeel van de totale 'circumductiebeweging' van de schoudergordel (afb. 9.11 en 9.34) of de totale 'deviatiebeweging' (zie afb. 9.32).

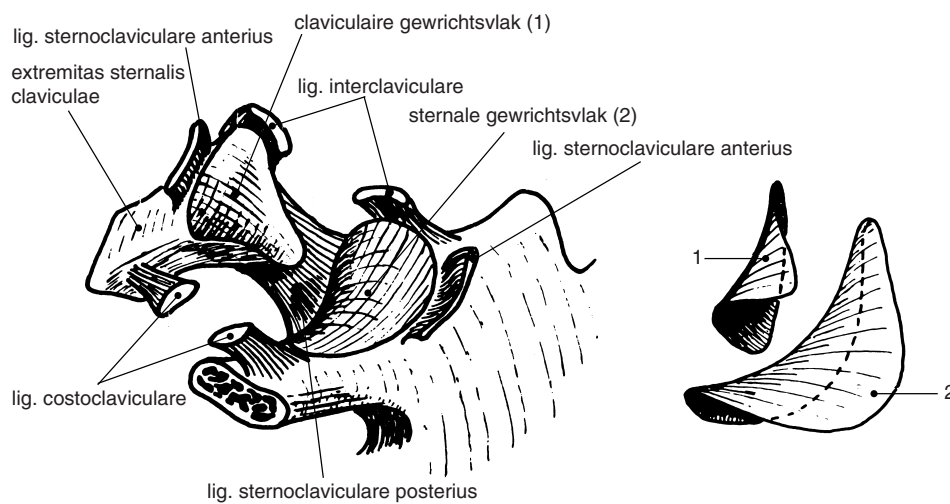
Voor de manueel-therapeutische praktijk zijn de belangrijkste posities in relatie tot het AC-gewricht:

- exorotatie vanuit de anatomische stand (circumductiepositie 1; afb. 9.11 en 9.34);
- endorotatie vanuit -10° retroflexie (de gebogen arm achter de rug);
- horizontale flexie met endorotatie (deviatiepositie II; afb. 9.32);
- horizontale extensie met submaximale exorotatie (circumductiepositie 2);

- abductie-elevatie (circumductiepositie 3, maximaal doorgevoerd);
- anteflexie-elevatie (deviatiepositie IV).

Een trauma van de schoudergordel met vermoedelijke consequenties voor het AC-gewricht in deze specifieke eindstanden kan artrokinematisch worden geanalyseerd volgens de 'subluxatietheorie'. Daarbij wordt gekeken in welke richting het 'concave' acromion ten opzichte van de clavicula in het AC-gewricht zou subluxeren door de osteokinematische traumabeweging van de humerus. De humerus is min of meer vergrendeld in het glenohumerale systeem en neemt de scapula – lees: het acromion – in de eindstand mee. De blokkering of subluxatiestand die soms hiervan het gevolg is, kan in duidelijke gevallen met 'joint play-onderzoek' worden bevestigd (zie Techniek 9.39: 'Art. acromioclavicularis – translatie – joint-play in MLPP' op p. 446), maar ook – bij geringe functiestoornissen – door eindstandig translatieonderzoek en door mid-

Schema 9.2 Overzicht van de capsulo-ligamentaire versterkende structuren van de art. acromioclavicularis.		
capsulo-ligamentaire versterkende structuren	geleidings- en stabiliseringsfunctie	aantal botverbindingen
lig. coracoclaviculare en lig. acromioclaviculare craniale en caudale	opvangen van de tegengesteld werkende trekkrachten op de clavicula van de m. trapezius pars descendens enerzijds en het gewicht van de hangende arm anderzijds	monoarticulair
lig. coracoclaviculare pars trapezoidea	endorotatie (humerus), horizontale flexie, initiëren van de anteriorrotatie van de clavicula tijdens de retroflexie van de arm	monoarticulair
lig. coracoclaviculare pars conoidea	exorotatie (humerus), horizontale extensie, initiëren van de posteriorrotatie van de clavicula tijdens de anteflexie-elevatie van de arm	monoarticulair



Afbeelding 9.12

De zadelvorm van de rechter art. sternoclavicularis. Het sternoclaviculair gewricht is naar ventraal opengeklapt na doorsnijding van de craniale, ventrale en caudale ligamenten (uit Kapandji, 2009).

del van het Stenvers-criterium II – ‘de clavicula-rol’ (zie ook ‘Criterium II – de clavicula-rol’ op p. 408). Met behulp van dezelfde subluxatietheorie kan de specifieke directe of indirecte behandelingstechniek worden gekozen (zie techniek 9.41 tot en met techniek 9.44 op p. 447 e.v.). In andere gevallen wordt voor een aspecifieke, indirecte en gewrichtsparende techniek gekozen vanuit de ruststand (zie Techniek 9.40: ‘Art. acromioclavicularis – HVT-tractiemaniplatie ‘vrij naar’ Kubis’ op p. 450).

>> De art. acromioclavicularis dankt zijn stabiliteit vooral aan de monoarticulaire capsulaire en extra-capsulaire bindweefselplaten (afb. 9.10). In schema 9.2 zijn de belangrijkste functies van deze bindweefselplaten weergegeven.

Art. sternoclavicularis

De art. sternoclavicularis is anatomisch gezien een art. sellaris, een synoviaal zadelgewricht dat de tamelijk rigide romp (thorax) verbindt met de schoudergordel. De scapula en clavicula ‘pivoteren’ tijdens bewegingen van de schoudergordel rond dit centrum. Mobiliteit en schokdemping zijn voor dit

gewricht derhalve onontbeerlijke kwaliteiten.

De facies articularis sternalis op de clavicula is in *craniocaudale* richting convex en in *anteroposterieure* richting concaaf. De incisura clavicularis sterni sluit aan op de clavicula en is in *craniocaudale* richting concaaf en in *dorsoventrale* richting convex. Door deze anatomische vorm zou de art. sternoclavicularis normaal gesproken slechts twee graden van bewegingsvrijheid hebben (afb. 9.12).

Door de aanwezigheid van een *discus articularis* ontstaat in het gewricht een tweekamerige gewrichtsholte. Samen met de partiële laxiteit van de capsulaire ligamenten zorgt deze discus ervoor dat de art. sternoclavicularis functioneert als een art. spherioidea (kogelgewricht). Dit betekent dat dit gewricht in werkelijkheid drie graden van bewegingsvrijheid heeft (zie schema 9.9).

In de art. sternoclavicularis komen zelden gewrichts-‘blokkeringen’ voor. Meestal is er sprake van instabiliteit met collageen- en discusschade na een trauma: een traumatische artritis, artrose of monoartritis (als onderdeel van een systeemartitis zoals het syndroom van Tietze (M94.o)).

< Gewrichtsvlakken

< Facultatieve gewrichtskenmerken
<< Capsulo-ligamentaire versterkende structuren

Schema 9.3 Overzicht van de capsulo-ligamentaire versterkende structuren van de art. sternoclavicularis.		
capsulo-ligamentaire versterkende structuren	geleidings- en stabiliseringsfunctie	aantal botverbindingen
lig. sternoclaviculare posterius	protractie	monoarticulair
lig. sternoclaviculare anterius	retractie	monoarticulair
lig. costoclaviculare	elevatie, protractie, retractie	monoarticulair
lig. interclaviculare	depressie	biarticulair

Capsulo-ligamentaire >
versterkende
structuren

De art. sternoclavicularis dankt zijn stabiliteit vooral aan de monoarticulaire capsulaire en extracapsulaire bindweefselplaten. De ligg. costoclaviculare en interclaviculare liggen extracapsulair. In schema 9.3 zijn de belangrijkste functies van deze bindweefselplaten weergegeven.

Junctura scapulothoracalis (synoniemen: junctura scapulocostalis of scapulocostaal glijvlak)

Deze scapulothoracale verbinding wordt gevormd door de scapula enerzijds en de thorax (ribben) anderzijds, waartussen de musculatuur met de bijbehorende bindweefselplaten, vetweefsel en vaak enige bursae het glijvlak vormen.

Het uiterst ingenieuze samenspel tussen deze aan en met het schouderblad verbonden actieve ('schlingen') en passieve elementen leidt tot een – voor elk individu verschillend – scapulohumeraal ritme tijdens complexe bewegingen van de schoudergordel als anteflexie-elevatie en abductie-elevatie. Het lijkt er sterk op dat vanaf het begin van elke armbeweging de scapula zich volgens de wet van het 'minimal energy principle' langs de thorax beweegt en zich daarbij zodanig positioneert dat de betrokken schoudergordelgewrichten zo lang mogelijk in de buurt van een zekere 'middenstand' gehouden kunnen worden. Door de veelheid van individuele verschillen in scapulohumerale ritmen is

het slechts van belang te weten dat het positioneren van de scapula tijdens armbewegingen plaatsvindt onder invloed van de morfologie van het glijvlak en de inwerkende musculatuur en uiteindelijk dwangmatig een optimale eindstand bereikt volgens de principes van de conjunct rotation (zie p. 191). Zowel bij eindstandige anteflexie-elevatie als bij eindstandige abductie-elevatie komt de scapula iets naar caudaal en licht achterover gekanteld in volkomen vormsluiting op de thorax te liggen.

Deze tamelijk zekere vergrendeling ontstaat in elk geval op basis van *vormsluiting* en kan daarom worden beschouwd als een soort close-packed position (CPP). Hoewel de junctura scapulothoracalis niet als een echt (synoviaal) gewricht kan worden beschouwd, voldoet de positie verder aan de eisen van de definitie.

In de praktijk bewijst deze scapulothoracale vergrendelingspositie haar nut bij het uitvoeren van manipulaties van de clavicula naar caudaal en ventraal in het acromioclaviculaire gewricht en bij het uitvoeren van kantelmanipulaties van de humerus naar caudaal, ventraal en lateraal in de art. humeri.

9.2.3 Het secundaire scapulothoracale systeem

Het is duidelijk dat deze verbindingen descriptief geen deel uitmaken van de schouderregio. Functioneel bestaat er echter een nauwe relatie tussen de verbindingen van de cervicale wervelkolom en thorax enerzijds en het glenohumerale en primaire scapulothoracale systeem anderzijds.

Tijdens activiteiten van het schoudercomplex vinden synchrone bewegingen plaats in de cervicale, thoracale en lumbale wervelkolom. Daardoor vinden ook gelijktijdig bewegingen plaats in de ribwervelverbindingen en in de rib-sternumverbindingen, zowel homo- als heterolateraal. Zo kan een functiestoornis van de eerste rib invloed hebben op de bewegingen van de schoudergordel. Niet alleen de diepe, korte, monoarticulaire bindweefselplaten (endo-, peri- en epimysium) verbinden alle onderdelen van de schoudergordel. Ook de meer oppervlakkig gelegen bindweefselplaten in de schoudergordel-musculatuur verbinden het glenohumerale en het primaire scapulothoracale systeem met de romp en de nek. Dit versterkt de hypothese dat de schoudergordel een zeer beweeglijke 'pivot of action' is in het bovenste lichaamskwadrant. Zo be-

Intermezzo 9.6 (M)CPP van de junctura scapulothoracalis

Door de maximale torsie van het aan de scapula verbonden spierweefsel en spierbindweefsel van de 'schlingen' is er bij eindstandige anteflexie-elevatie tevens sprake van maximale *krachtsluiting*. Dit is een positie die het best kan worden vergeleken met een maximally close-packed position (MCP). Het lijkt erop dat de scapula in deze – zowel actief als passief te bereiken – scapulothoracale vergrendelingspositie in een soort stijve 'foedraal' ('een platte puntzak') wordt geschoven. Zowel aan de ventrale zijde ten opzichte van de thorax en de m. serratus anterior als aan de dorsale zijde ten opzichte van de m. latissimus dorsi moet de scapula gemakkelijk kunnen bewegen. Dit is vaak mogelijk dankzij ingenieuze slijmbeurssystemen. Daarnaast loopt de clavicula in de eindstand anteflexie-elevatie vast tegen de eerste rib. Door de vormsluiting die ontstaat wordt via de acromioclaviculaire verbindingen een verdere caudale beweging van de scapula verhinderd. Tijdens onderzoek aan een 'vers' stoffelijk overschot (Van Mameren, 2005) werd de clavicula doorgezaagd, waarna de gehele schoudergordel in anteflexie-elevatierichting verder kon bewegen en de scapula verder naar caudaal kon glijden. In vivo kunnen een claviculafractuur, een pianotoetsfenomeen, een instabiel sternoclaviculair gewricht en een pseudo-artrose in de clavicula dan ook de vergrendelingsmogelijkheid van de scapula negatief beïnvloeden.

staat er de verbinding tussen de schouderkop met de fascia thoracolumbalis door de m. latissimus dorsi (innervatie C6,7,8). Zelfs de functie van de lumbale wervelkolom speelt een rol bij eindstandige schoudergordelbewegingen. Via (cervicaal geïnnerverde) oppervlakkige bindweefselplaten ontstaat hier zelfs een overlap met polyarticulaire bindweefselplaten die afkomstig zijn uit de lumbale wervelkolom en de onderste extremiteit. Daarnaast breiden de lange polyarticulaire bindweefselplaten zich ook uit naar de distale arm- en handverbindingen. Voor de descriptieve en functionele beschrijving van de secundaire verbindingen van het scapulohoracale systeem volstaat een verwijzing naar de literatuur (Van der El, 1983).

De klinische betekenis voor het manueel-therapeutisch onderzoek is dat klachten in de regio van het schoudercomplex óók hun oorsprong kunnen hebben in één of meer functiestoornissen van de secundair (lees: functioneel) deelnemende verbindingen en zelfs in alle onderdelen van de bovenste extremiteit en de romp. Het onderzoek naar de oorsprong van schouderklachten kan daarom niet worden beperkt tot het glenohumerale systeem en de primaire verbindingen van het scapulohoracale systeem.

9.2.4 Bijzondere gewrichtsposities en de capsulaire patronen van de schoudergordelgewrichten

Voor de manuele therapie zijn vooral de close-packed position (CPP), de maximally close-packed position (MCPP), de maximally loose-packed position (MLPP) en het capsulaire patroon (CP) van belang.

(M)CPP van de art. humeri

De art. humeri komt volgens de gangbare literatuur in CPP door een combinatie van maximale abductie, horizontale exorotatie en horizontale extensie. Min of meer synonieme benamingen in de literatuur zijn: *vormsluiting, maximale coaptatie, maximaal contactareaal en optimale gewrichtspassing*. De *evolue* van het caput humeri en die van de cavitas glenoidalis zijn in CPP gelijk en bedekken elkaar. Bij hypermobiliteit is het nuttig en soms zelfs noodzakelijk een maximally close-packed position (MCPP) te kunnen instellen. Het maximale contactareaal (vormsluiting) tussen het convexe caput humeri en de concave cavitas glenoidalis wordt dan zelfs verlaten door het gewricht verder te abducen, horizontaal te extenderen en vooral te exoroteren totdat er een passieve vergrendeling in de art. humeri ontstaat (krachtsluiting). De *spiralisatie* van het glenohumerale kapsel en de korte diepe bindweefselplaten in de direct aangelegene monoarticulaire musculatuur draaien kop en kom vast op elkaar. Als deze bewegingscombinatie met een vrij beweegbare scapula verder wordt doorgezet, komt de art. acromioclaviculaire ook in een *vergrendelingspositie*, vergelijkbaar met een MCPP.

>> De rol van de MCPP in de praktijk wordt beschreven op basis van de theorieën van MacConaill

en Maitland (MacConaill en Basmajian, 1969; Maitland, 1991).

Het ‘*vergrendelen*’ van het schoudergewricht met een optimale vorm- en krachtsluiting heeft grote waarde voor de manuele therapie. Op verschillende manieren wordt beschreven dat het totale glenohumerale complex zich zo op een *veilige manier* ‘op slot’ laat zetten. Als de diverse wegen naar de MCPP passief, geleid actief en actief vrij toegankelijk zijn – zonder pathologische weerstanden – dan is in principe het passieve systeem van het glenohumerale systeem stoornisvrij.

De volgende bewegingen kunnen eerst dubbelzijdig actief, daarna enkelzijdig geleid actief en vervolgens enkelzijdig passief worden uitgevoerd.

Voorbeeld A Voer een *zuivere spinrotatie* uit in de art. humeri door vanuit 90° anteflexie, adductie en endorotatie met een gebogen elleboog te retroflecteren naar maximale retroflexie, abductie en exorotatie. Gedurende deze beweging zal het kapsel rond het caput en collum anatomicum humeri een afnemende en vanaf halverwege weer een toenemende spanning hebben. Door op het einde (met gebogen elleboog) de exorotatie- en abductiecomponent met veel gevoel te benadrukken, wordt eerst de positie met het optimale contactareaal bereikt en is er sprake van optimale vormsluiting van het caput humeri in het glenohumerale systeem:

- op het mediale glijvlak: dorsaal en caudaal in de cavitas glenoidalis van de art. humeri;
- op het craniale glijvlak (de junctura subacromialis); en
- op het laterale glijvlak (het caput longum van de m. biceps brachii).

Deze beweging eindigt in de klassieke CPP. Vervolgens wordt – even voorbij de CPP – door toenemende spiralisering van het kapsel, de ligamenten en de diepe musculatuur ‘gezocht’ naar de vergrendeling in het glenohumerale systeem, de maximally close-packed position of MCPP (I). Door de elleboog in deze eindstand te extenderen, de onderarm te supineren, de pols te dorsaalflecteren en de vingers te extenderen ontstaat er ook spiralisering en rekspanning in de lange, oppervlakkige bindweefsel-schotten rond – onder andere – de globale musculatuur. Daardoor zal de absolute hoeveelheid trekvast collageen bindweefsel dat bij het actief en passief stabiliseren van de schoudergordel kan worden ingeschakeld – voornamelijk in het glenohumerale systeem – toenemen met het ‘verlengen van de staaf’.

Voorbeeld B Voer vanuit de anatomische stand een *zuivere spinrotatie* uit in de art. humeri naar anteflexie tot 80° door een adductie en endorotatie er aan toe te voegen. Breng vervolgens een paar graden ‘neutraliserende’ abductie en exorotatie aan en vervolgens de anteflexie puur in het sagittale vlak. Bij 180° anteflexie-elevatie is de scapula naar *caudaal* gedwongen door optimale vormsluiting en maximale spiralisatie in de art. humeri, de junctura subacro-

<< Gebruik van de MCPP in de praktijk

mialis en de art. acromioclavicularis. De beweging eindigt wederom in de maximally CPP (MCP), maar via een andere, in de praktijk tot nog toe onbewust frequent toegepaste route.

Voorbeeld C Voer een maximale *circumductiebeweging* uit in het glenohumerale systeem via het distale deel van de humerus, met 90° geflecteerde elleboog. Dit lijkt op een extreme borstcrawlbeweging, in dit boek ook ‘rondje buitenom’ genoemd, waarbij de perifere bewegingsbaan maximaal is (afb. 9.11): start vanuit de anatomische stand, met toevoeging van maximale exorotatie en retractie van de schoudergordel. Vervolg met een abductie in of achter het frontale vlak (zie afb. 9.34, positie 1 en 2). De klassieke CPP van de art. humeri is bereikt, terwijl de scapula vrij blijft. Beweeg vervolgens verder naar abductie, onder constante benadrukking van de exorotatie (vergelijkbaar met de ‘Maitland-kwadrantentechniek’ (Maitland, 1991). Via abductie-elevatie wordt de anteflexie-elevatiestand bereikt uit voorbeeld B (positie 3) en wordt de weg vóórlangs vervolgd naar maximale horizontale flexie. De exorotatie wordt nog steeds benadrukt. Geëindigd wordt in een positie die gepaard gaat met een grote krachtsluiting in de junctura subacromialis (positie 4). Deze positie is ook een onderdeel van de ‘devia-

Conclusie >>

Intermezzo 9.7 Drie hypothesen betreffende het capsulaire patroon van het schoudergewricht

Hypothese 1 – Capsulair patroon door spierverkorting?

De monoarticulaire spieren bepalen mede het capsulaire patroon. Er zijn rond de schouder meer endorotatoren dan exorotatoren (4:2). Daarbij speelt de m. subscapularis als monoarticulaire diep gelokaliseerde endorotator een dominante rol. Het oppervlakkige spierbindweefsel van de m. subscapularis (epimysium) is nauw verbonden en zelfs vergroeid met de membrana fibrosa van de art. humeri. Hypertonus en/of verkorting van de m. subscapularis beperkt de exorotatie en abductie.

Hypothese 2 – Capsulair patroon door immobilisatie.

Langdurige immobilisatie (> 3 weken) leidt niet alleen tot atrofie en degeneratie van de verschillende betrokken weefsels (Akeson et al., 1973), maar ook tot een duidelijke afname van de kwaliteit van de glijcapaciteit *tussen* de verschillende weefsellagen rond de art. humeri (zie ook ‘Concept van de bindweefselplaten’ op p. 108). Van Mameren (2005) veronderstelt dat dit fenomeen een belangrijke bijdrage levert aan het ontstaan van een capsulair patroon. Cyriax (1984) beschreef een capsulair patroon in verband met een artritis op basis van immobilisatie (naast de traumatische, reumatische, osteoartrotische en idiopathische artritis).

Hypothese 3 – Capsulair patroon en segmentale sensitiviteit?

Ook deze hypothese is interessant. Bij een aanhoudende segmentale sensitiviteit en een gelijktijdig *verminderde selectiviteit* kan een *verhoogde elektrische activiteit* worden waargenomen in het gedeelte van het centrale zenuwstelsel dat het schoudergewricht verzorgt (de neuroanatomische segmenten C4-C7; zie ook schema 1.34). Om didactische redenen wordt de verhoogde activiteit van de drie hoornen (voor-, zij- en achterhoorn) op ruggenmergniveau apart beschreven in schema 1.30. Het capsulaire patroon kan soms als teken van een ‘segmentale stoornis met actuele disregulatie’ worden gezien. In voor-, zij- en achterhoorn is dan in theorie sprake van een verhoogd activatieniveau door een gebrek aan controle of inhibitie (zie ook ‘Segmentale disregulatie’ op p. 100; Hagenaars et al., 2003).

tiebeweging’ (zie ook ‘Osteo- en artrokinematische beschrijving van de deviatiebeweging’ op p. 385). De maximale circumductie wordt afgerond vóórlangs terug naar de anatomische stand (positie 5).

Voorbeeld D Voer een maximale horizontale flexie in de art. humeri uit, met vervolgens een endorotatie van de humerus. Het *glenohumerale systeem* blijkt zo optimaal vergrendeld te zijn om de clavicula ten opzichte van het acromion (= de scapula) naar dorsaal te kunnen manipuleren (in zijligging).

Overigens, de maximale retroflexie, in combinatie met adductie en endorotatie (vergelijk dit met de MCP van het heupgewricht), blijkt ook een uitstekende MCP van het glenohumerale systeem te zijn om de clavicula in het AC-gewricht eindstandig naar dorsaal te manipuleren.

<< Onder voortdurende spiralisatie van het schouderkapsel – door benadrukking van de exorotatie óf endorotatie van de humerus – kan het glenohumerale systeem meer of minder vergrendeld worden in een veilige vormsluitingspositie die veel piekbelasting kan verwerken. Bij de uitvoering van een maximale circumductie in een onderdeel van de perifere bewegingsbaan hoeft men de humerus daartoe slechts loodrecht op de perifere bewegingsbaan naar buiten te drukken (vergelijk het kwadrantensysteem van Maitland). Het is zelfs mogelijk aansluitend het primaire scapulothoracale systeem hierop ‘vast te zetten’.

In de praktijk wordt bij manipulaties aan de wervelkolom gesproken van ‘het verlengen van de staaf’ indien wervel voor wervel wordt vergrendeld om de manipulatie in het daaropvolgende wervelsegment te kunnen uitvoeren, juist distaal van de ‘staaf’. Ditzelfde vergrendelingsprincipe wordt toegepast in de combinatie wervelkolom-extremiteiten, wanneer er in een biomechanische bewegingsketen bij de manipulatie gebruik wordt gemaakt van een relatief lange hefboom. Als voorbeeld kan worden gekozen voor de – klassieke (M)CPP (I) – uitgangshouding: 90-120° abductie, horizontale extensie en maximale exorotatie indien het glenohumerale systeem moet worden vergrendeld, alvorens het acromion in het AC-gewricht ten opzichte van de clavicula naar dorsaal te manipuleren. Ter – extra – beveiliging van het glenohumerale systeem en van het labrum glenoidale in het bijzonder, kan een submaximale exorotatie in het glenohumerale systeem worden toegepast en kan de gelijknamige hand van de therapeut over de ventrale glenohumerale gewrichtsspleet worden gelegd. Hierna kan de extremitas acromialis claviculae met de andere hand naar ventraal worden gemanipuleerd (zie ook ‘Techniek 9.41 – art. acromioclavicularis – HVT-kantelmanipulatie – clavicula naar ventraal’ op p. 447). Een ander voorbeeld van ‘staafverlenging’ in deze regio is de horizontale flexie met endorotatie: de CPP van de junctura subacromialis en de MCP (II) van het glenohumerale systeem. Zo wordt in zijligging een optimale voorspanning verkregen om de clavicula ten opzichte van het acromion naar dorsaal te manipuleren. Ten slotte kan worden gekozen voor de

eindstandige anteflexie-elevatie als MCPP wanneer de druk op de cavitas verhoogd moet worden (zoals bij het dragen van lasten boven het hoofd of het uitvoeren van een handstand) om de clavicula veilig naar caudaal te kunnen manipuleren.

MLPP van de art. humeri

De MLPP of 'ruststand' van de art. humeri bevindt zich rond 60° abductie en 60° anteflexie, waarbij de humerus een exorotatiepositie inneemt die zodanig is dat de (90° geflecteerde) onderarm een hoek van 30° maakt ten opzichte van het frontale vlak van de romp.

Capsulair patroon van de art. humeri

Het *capsulaire patroon* van de art. humeri is een disfunctie van de exorotatie-abductie-endorotatie. Dat wil zeggen dat men bij een glenohumorale artritis of gevorderde artrose bij passief (angulair) onderzoek een voor dit gewricht karakteristieke volgorde van beperkingen zal vinden: exorotatie (vanuit de anatomische stand) – abductie – endorotatie, waarbij de beperkingen afnemen in volgorde van grootte (3 : 2 : 1).

Bij artrose zijn deze beperkingen veelal minimaal of zelfs afwezig. Wanneer er sprake is van een gevorderd stadium (arthrosis deformans) ontstaat er in de meeste gevallen een osteofytenkrans vanuit de capsulo-ligamentaire aanhechtingen op zowel het collum anatomicum humeri als de cavitas glenoidalis en de perifere basis van het labrum glenoidale. Analog aan het 'teken van Drehmann' (zie: 'Degeneratieve aandoeningen van het heupgewricht' op p. 656) bij een fors artrotisch heupgewricht (artrose graad 3 volgens de schaal van Kellgren en Lawrence) blijkt ook in de artrotische eindstadia van de schouder de artrokinematisch zuivere tolbeweging nog tot op het laatst – zij het in geringe mate – uitvoerbaar. Er kan uiteindelijk een bewegingsbeperking tot zelfs totale ankylose optreden. Deze tolbeweging is gekoppeld aan de osteokinematische zuivere spinbeweging van het collum anatomicum humeri en kan als volgt worden beschreven: vanuit de anatomische stand tot 80° anteflecteren met 30° adductie en enige endorotatie in de art. humeri.

De retroflexie met enige gekoppelde abductie en (meestal) enige exorotatie (in de richting van de CPP) is eveneens te zien als een zuivere tolbeweging in de art. humeri. Er moet dan sprake zijn van een gemiddelde mate van retrorsie (30°) en 'kop-schachthoek' (45°) van het caput ten opzichte van de humerusschacht. Dit patroon kan – indien 'gedwongen en beperkt' – als een (hypothetisch) teken van arthrosis deformans in de art. humeri gelden (zoals het teken van Drehmann bij de fors artrotische heup). Deze degeneratieve aandoening komt overigens zelden voor in dit *niet-gewichtsdragende* gewricht. Volgens Cyriax gaat – naast de artritis – de artrose ook altijd gepaard met een capsulair patroon in de perifere gewrichten (Cyriax, 1984). Echter, noch het ontstaan van een osteofytenkrans, noch de mate waarin dat plaatsvindt, noch het ontstaan van een capsulair patroon is bij artrose een vast gegeven. Er kan sprake zijn van een capsulair patroon wan-

neer de artrose (in een perifere gewricht) vergezeld gaat van een actieve synovitis of artritis ('warme artrose'). Gewrichtsdeformiteiten en het 'dérangement interne' dat daar vaak mee gepaard gaat (door de aanwezigheid van corpora libera of meniscuspathologie) zullen het capsulaire patroon vaak 'overschaduwen'.

Er bestaat veel verwarring over de beoordeling van een capsulair patroon. Het volgende wordt geadviseerd: men gaat uit van een volledige (100%) bewegingsuitslag (de normwaarde) en beoordeelt met behulp van passief angulair onderzoek het percentage beperking, bijvoorbeeld 50% exorotatiebeperking (ten opzichte van 'de norm' óf ten opzichte van de volledig ongestoorde bewegingsuitslag aan de gezonde zijde). Dit is weliswaar een (subjectieve) dubieuze maatstaf, maar op functieniveau is er geen beter referentiekader. Daarna wordt op identieke wijze vastgesteld dat er bijvoorbeeld sprake is van

< Opmerking

Intermezzo 9.8 Horizontale flexie met endorotatie, uitgevoerd en beschouwd in de junctura subacromialis en de art. glenohumeralis, leidt tot MCPP van dit glenohumorale systeem (hypothese)

De eindstand van de horizontale flexie is een bijzondere gewrichtspositie. Gecombineerd met 10-15° adductie (tot het moment dat de scapula mee gaat bewegen) en endorotatie wordt deze positie gebruikt om samen met isometrische weerstand tegen anteflexie de aanwezigheid van een intra-articulair of zogenaamde 'non-outlet'-impingement te onderzoeken (zie ook 'De 'active compression test' van O'Brien' op p. 436). Stenvers et al. (1981) gebruikten het horizontaal flecteren als oriëntatietest voor de glenohumerale mobiliteit in relatie tot het scapulothoracale bewegen (zie ook 'Criterium V – passief angulaire horizontale flexie' op p. 410). De subacromiale bursa kan worden gezien als een afgesloten glijvlak tussen de rotatorenmanchet en het acromion. De synoviale membraan produceert zijn eigen smeervloeistof. Het 'bindweefsel' van de junctura subacromialis (bursa en spierbindweefsel) wordt fors gespannen bij maximale abductie. De MCPP (vergrendeling door tol 'achterover') van het glenohumerale gewricht ontstaat door de combinatie van maximale abductie, exorotatie en horizontale extensie. Er is sprake van veel vormsluiting tussen caput humeri en cavitas glenoidalis. Het totale kapsel is gespiraliseerd en ventraal het meest gespannen. Door vanuit deze maximale abductie naar maximale horizontale flexie te gaan, wordt nu het dorsale schouderkapsel optimaal gespannen. Door de exorotatiepositie vervolgens te veranderen in maximale endorotatie spiraliseert het kapsel tegengesteld en ontstaat wederom een zekere vergrendeling, maar dan met een tol 'voorover'. Het contactareaal van de humerus blijft dorsaal ten opzichte van de cavitas glenoidalis (Matthijs et al., 2002) en het contactareaal met het schouderdak neemt fors toe. Dit resulteert in de stelling dat deze positie van horizontale flexie en endorotatie kan worden gezien als een close-packed position van het 'subacromiale gewricht'. Bij maximale torsie ontstaat zelfs een combinatie van optimale vorm- en krachtsluiting: de 'MCPP' van deze eenheid is bereikt. Als deze positie eindstandig met het juiste eindgevoel kan worden ingenomen, geeft dit niet alleen informatie over de subacromiale en glenohumerale eenheid, maar ook over de acromioclaviculaire – sternoclaviculaire – en hoge rib-wervelgewrichten. Ook de n. suprascapularis wordt door deze horizontale flexie maximaal verlengd. Het artrokinematisch 'vrij' zijn van de eenheid in relatie tot de totale schoudergordel kan worden getest door de patiënt te vragen in de schoudergordel een maximale circumductiebeweging uit te voeren. Bij een subacromiaal impingement zal de patiënt intuïtief gebruikmaken van een 'ontwijkende' beweging, beter bekend als de 'painful arc'. Ter vermijding van het pijnlijke abductietraject kan hieruit de 'deviatiebeweging' worden geconstrueerd, waarbij via horizontale flexie-endorotatie, gevolgd door een exoroterende ontgrendeling, de anteflexie-elevatie-eindstand toch – en met minder moeite – kan worden bereikt (zie afb. 9.32).

30% abductiebeperking en 10% endorotatiebeperking. Dit onderzoeksresultaat rechtvaardigt met een grote mate van stelligheid de conclusie dat de art. humeri beperkt is volgens het capsulaire patroon.

Capsulair patroon van de art. acromioclavicularis

Het capsulaire patroon van de art. acromioclavicularis ziet er totaal anders uit. Bewegingsbeperkingen ontbreken. Er is slechts sprake van lokale pijn bij alle maximaal doorgevoerde eindstanden van de schoudergordel. Mogelijk heeft dit 'afwijkende' capsulaire patroon te maken met het feit dat dit synoviale gewricht niet direct door (mono)articulaire musculatuur wordt bestuurd en daarom ook niet door deze musculatuur kan worden 'gefixeerd'. Klinische bevindingen toonden de sterke relatie aan van het AC-gewricht met het neuroanatomische segment C4 (Cyriax, 1984). Het gewricht blijkt echter ook articulaire takken te ontvangen van perifere zenuwen die verbonden zijn met de segmenten C5, C6 en zelfs C7 (afb. 9.14).

Capsulair patroon van de art. sternoclavicularis

Het capsulair patroon van de art. sternoclavicularis is gelijk aan dat van de art. acromioclavicularis. Ook hier is alleen sprake van lokale pijn (C3) bij alle maximaal doorgevoerde eindstanden van de schoudergordel. Het sternoclaviculaire gewricht heeft een sterke relatie met de neuroanatomische segmenten C3 en C4, maar ontvangt ook articulaire takken uit de segmenten C5 en C6 (afb. 9.14).

In de intermezzi wordt een aantal hypothesen geformuleerd betreffende de horizontale flexie en de anteflexie-elevatie als waardevolle bewegingen die in de richting van eindstanden bijzondere gewrichtsposities opleveren, met een toenemende mate van vorm- en krachtsluiting. Zo ontstaan '(M)CPP's' – analoog aan de theorie van MacConaill (MacConaill en Basmajian, 1969) – voor respectievelijk de junctura subacromialis en de junctura scapulocostalis.

Intermezzo 9.9 Capsulair patroon van de junctura subacromialis: abductie meer beperkt dan exorotatie (hypothese)

Cyriax (1984) beschrijft bij een *acute* bursitis subdeltoidale dat de *passieve* glenohumerale abductie iets minder beperkt is dan de *actieve* abductie, die volledig onmogelijk is omdat door het aanspannen van de musculatuur de drukspanning op de pijnlijke, totaal ontstoken – en dus gezwollen – bursa toe zou nemen. De passieve exorotatie is bij dit ontstekingsbeeld meestal licht beperkt. Door de junctura subacromialis als een wezenlijk bestanddeel van het glenohumerale systeem van de schoudergordel de status te geven van een 'echt' gewricht, ontstaat de volgende hypothese over het 'capsulaire patroon' van dit 'gewricht': abductie meer beperkt dan exorotatie. We zijn ons ervan bewust dat de junctura subacromialis geen 'echt' synoviaal gewricht is met de bijbehorende obligate en facultatieve kenmerken. De verbinding kan daarom in strikte zin geen 'capsulair patroon' bezitten als we de oorzaak van de karakteristieke volgorde van bewegingsbeperkingen voor een groot deel toedichten aan het gewrichtskapsel. De grote klinische betekenis die deze verbinding heeft voor het manueel-therapeutisch herstel van de functie van de schoudergordel dwingt ons echter er ruime aandacht aan te besteden en het capsulaire patroon in het algemeen een ruimer verklaringsmodel te geven. Misschien moet worden gezocht naar een andere benaming van de karakteristieke volgorde van bewegingsbeperkingen die tijdens een ontsteking of na langdurige immobilisatie optreedt in de

diverse botverbindingen; een benaming die de lading beter dekt. Er bestaan inmiddels veel intern gevalideerde hypothesen die dit patroon kunnen verklaren. Eén van de laatst bekende hypothesen als verklaring voor het 'capsulaire patroon' is dat er door immobilisatie (al of niet na een trauma) stoornissen ontstaan in de verschillende glijmechanismen tussen de over elkaar heen liggende anatomische structuren, bij voorkeur in een positie die 'energetisch' gunstig is. Het intra-articulaire bot van de humeruskop glijdt tijdens exorotatie onder het gewrichtskapsel door en tegelijkertijd 'veegt de lange kop van de biceps als een ruitenswisser' over het craniale deel van de humeruskop. De direct over het kapsel liggende m. subscapularis en de overige rotatoren moeten optimaal kunnen verglijden ten opzichte van de omringende anatomische structuren, zowel aan de onder- als aan de bovenzijde. De hypothese van het stagnerende 'rupsbandsysteem' als gevolg van de verkleefde synoviale bursawanden sluit hier uitstekend op aan. Dit glijstelsysteem wordt zeker bij exorotatie en verder bij alle eindstanden aangesproken, maar vooral bij abductie in de schoudergordel. Hierbij moet men zich realiseren dat er ook in de oppervlakkiger gelegen glijlagen stagnatie kan optreden. Dit beeld is beter bekend als de 'chronische bursitis'. In feite is het subacromiale glijmechanisme in ruimere zin gestoord, zonder dat dit gepaard gaat met adhesievorming. Wij verwerken de hypothese in schema 9.4 door de oorzaak van de gewrichtsbeperkingen te betrekken op de totale verbinding of het totale artroon, en spreken van een 'artrogeen patroon' daar waar nog geen 'capsulaire patronen' bekend zijn.

Schema 9.4 Overzicht van bijzondere gewrichtsposities en kapselpatronen van de schouderregio. Cursieve tekst is hypothetisch.					
botverbindingen	CPP	maximale vormsluiting	MLPP	maximale krachtsluiting (MCP)	capsulair patroon ¹
art. humeri	90° abductie, 90° exorotatie en horizontale extensie	abductie, exorotatie, horizontale extensie	ca. 60° abductie, ca. 60° anteflexie, onderarm ca. 30° t.o.v. frontaal vlak	maximale abductie, maximale exorotatie + maximale horizontale extensie	exorotatie > abductie > endorotatie (3:2:1)
junctura subacromialis		maximale horizontale flexie	ca. 60° abductie, ca. 60° anteflexie, onderarm ca. 30° t.o.v. frontaal vlak	horizontale flexie + maximale endorotatie	abductie > exorotatie (3:1) ('artrogeen patroon')
bicipitaal glijmechanisme		extensie schouder + extensie elleboog + pronatie onderarm	90° abductie + exorotatie + flexie elleboog + supinatie onderarm	extensie + adductie + endorotatie + extensie elleboog + pronatie onderarm	extensie schouder + extensie elleboog + pronatie onderarm
art. acromioclaviculaire		alle niet-eindstandige schouderposities	ca. 20° abductie, gewicht van de arm ondersteund	maximale anteflexie-elevatie	maximale excursies + pijn
art. sternoclaviculaire		alle niet-eindstandige posities	ca. 20° abductie, gewicht van de arm ondersteund	maximale anteflexie-elevatie	maximale excursies + pijn
junctura scapulothoracalis		maximale anteflexie-elevatie	ca. 10° retractie	maximale anteflexie-elevatie	volledige fixatie in middenstand ('artrogeen patroon')

Capsulaire patronen: > = beperkingen aangeduid in volgorde van grootte.

¹ Capsulair patroon of 'artrogeen patroon' (zie einde intermezzo 9.9).

Intermezzo 9.10 Anteflexie-elevatie en vergrendeling van de scapula in de 'patatzak'

Ook de maximale anteflexie-elevatie heeft voor ons bijzondere klinische relevantie. De normaal uit de cavitas glenoidalis bevindt zich hier in vrijwel verticale positie. De cavitas glenoidalis 'kijkt' als het ware naar *craniaal*. Voor het dragen van lasten boven het hoofd, met de arm in anteflexie-elevatie, 'balanceert' de humerus energetisch bijzonder gunstig op de cavitas en ligt het acromion met de clavicula stabiel op de bovenste thoraxapertuur. De scapula heeft zich tussen de verschillende glijlagen over de thorax naar caudaal bewogen (zie ook Stenvers 'Criterium III – caudaal glijden van de scapula' op p. 409) en komt daarmee volledig in contact, waarbij tevens het aan de scapula gehechte korte en lange bindweefsel maximaal op spanning wordt gebracht. Tegelijkertijd wordt de scapula door de bijna verticale clavicula aan de voorzijde 'gestut' in de art. sternoclaviculaire. Aldus is er sprake van een maximale 'vorm- en krachtsluiting' tussen thorax en schoudergordel. De maximale anteflexie-elevatie kan derhalve gezien worden als een close-packed position (en tegelij-

kertijd als een MCP) van de junctura scapulothoracalis. Dit kan aan de eigen schoudergordel eenvoudig worden bevestigd door vanuit maximale anteflexie-elevatie met de heterolaterale hand de eigen scapula te controleren, terwijl gelijktijdig met de homolaterale humerus een volledige exo- en endorotatie wordt uitgevoerd (met de elleboog in 90° flexie). De scapula lijkt als het ware op de thorax vergrendeld doordat hij in een stijve en goed passende bindweefselfoedraal is 'ingedaald'.

9.3 Neurofysiologische gegevens van de schouderregio

Bij het bepalen van de onderzoeks- en behandelingsstrategie is het van belang dat men de perifere en segmentale innervatie van deze regio kent.

Uit schema 9.5 kan worden afgeleid dat de innervatie van de structuren van de schouderregio hun oorsprong vinden in de segmenten C3 t/m Th1. De preganglionaire orthosympathische neuronen van deze segmenten liggen ter hoogte van de ruggenmergsegmenten Th2 t/m Th9. Als het patroon van een segmentale stoornis tijdens de anamnese wordt herkend, moet het lichamelijke onderzoek zich uit-

Schema 9.5 Overzicht van de innervatie van de schouderregio.			
structuur	perifere innervatie	segmentale innervatie	
gewricht	rami articulares	animaal	vegetatief
1 art. humeri (afb. 9.13)	1 n. axillaris	C5/6	regio Th3 t/m Th7
	2 n. musculocutaneus	(C4)5/6/7	
	3 n. suprascapularis	(C4)5/6	
	4 n. subscapularis	(C4)5/6(7)	
2 art. sternoclavicularis (afb. 9.14)	1 n. subclavius	C5/6	
	2 n. supraclavicularis	C3/4	
3 art. acromioclavicularis	3 n. suprascapularis	(C4)5/6	
	4 n. pectoralis lateralis	C5/6/7	
musculatuur	rami musculares		regio C8 t/m Th9
m. trapezius	plexus cervicalis, n. accessorius (XI)	C2/3/4	
m. sternocleidomastoideus	plexus cervicalis	C1/2/3	
m. levator scapulae	n. dorsalis scapulae	C3/4/5	
m. subclavius	n. subclavius	C5/6	
mm. rhomboidei (major en minor)	n. dorsalis scapulae	C4/5	
m. supraspinatus	n. suprascapularis	(C4)5/6	
m. infraspinatus	n. suprascapularis	(C4)5/6	
m. subscapularis	n. subscapularis	C5/6/7	
m. deltoideus	n. axillaris	C5/6	
m. teres minor	n. axillaris	C5/6	
m. teres major	n. subscapularis	C5/6/7	
m. pectoralis major	nn. pectorales	C5 t/m Th1	
m. pectoralis minor	nn. pectorales	C(6)7/8/Th1	
m. serratus anterior	n. thoracicus longus	C5/6/7/8	
m. coracobrachialis	n. musculocutaneus	C6/7	
m. biceps brachii	n. musculocutaneus	C5/6	
m. triceps brachii	n. radialis	C6/7/8/Th1	
huid/area nervosa (afb. 9.15)	rami cutanei (oorsprongsgebieden)		
mediaal hals	n. transversus colli	C2/3/4	
lateraal hals en regio supra- en infraclavicularis	nn. supraclaviculares	C3/4	
craniaal schouderlijn en schouder top	nn. supraclaviculares	C3/4	
lateraal schouder en arm	n. axillaris	C5/6	
dorsolateraal schouder, arm	n. cutaneus brachii lateralis superior	(C5)6/7	
ventromediaal oksel en arm	n. cutaneus brachii medialis	C8, Th1	