

Wat de anatomie van het middenrif onthult

Albert van Eeghen

De duizelingwekkende veelvuldigheid en complexiteit van anatomie is zowel fascinerend als bij tijd en wijle ontmoedigend. In de opsomming van delen en functies die in eerste instantie onoverzichtelijk lijkt, tekenen zich gaandeweg structuren af. De ingenieuze werking van de delen en de naadloze samenwerking ervan zijn keer op keer verbluffend. En juist als het zicht erop zodanig is dat je denkt dat het plaatje compleet is, blijkt er toch weer meer te zijn. Het is dan alsof het lichaam naarmate het meer geheimen prijsgeeft, alleen maar mysterieuzer wordt. En zo krijgt ons beperkte denkvermogen een inkijkje in de weidsheid van de intelligentie van het lichaam, dat de wijze oceaan is waarop dit vernuftige denkvermogen (soms bijzonder ingenomen met zichzelf) als een bootje ronddobbert.

Wat betreft het middenrif is het niet anders. We kennen allemaal het middenrif als de belangrijkste ademhalingspier. De vorm ervan wordt dan weer beschreven als een pannenkoek, dan weer als een parachute, een kwal, een paraplu, of de koepel van een kathedraal. Op de inademing daalt deze, duwt de buikholte naar buiten, en zo vult onze borstholte zich met lucht. Een duidelijk beeld. Op het eerste gezicht. Laten we eens beginnen met de vraag die Tom Myers zijn studenten weleens stelt: hoever daalt het midden van het middenrif tijdens een volledige ademhaling?

Het middenrif en het hart

Met het beeld van deze pannenkoek/parachute/koepel en de niet geringe bolling van de buik bij een inademing voor ogen, zou men verwachten dat het dalen van het centrum van het middenrif overeenkomstig aanzienlijk is. 8 tot 12 cm lijkt in dit licht geen buitenissige inschatting. Het antwoord is echter: een luttele 1,25 cm. Toegegeven, het was een strikvraag; de vraag ging over *het midden* van het middenrif. Dat bestaat uit een groot peesblad dat in het

midden direct verbonden is aan het pericard (het hartzakje, dat is een zeer taai, vliesachtig zakje dat om het hart heen zit). Het middenrif is dus direct aan het hart gekoppeld. Gelukkig maar dat het op die plek maar zo weinig daalt, anders werd het hart uitgeknepen¹.

Maar de vraag luidt: hoe zit het dan met het dalen van het middenrif als er in het midden ervan zo weinig beweegt?

De bijzondere vorm van het middenrif

Als we het middenrif nader bekijken, blijkt het niet te bestaan uit één koepel, maar uit twee koepels: één links en één rechts. Dat is wel zo efficiënt: op die manier ligt iedere koepel onder een long. Het zijn deze koepels die dalen als we ademen. Aangezien de pleura² van de longen (het vlies om de longen heen) aan het middenrif vastzit, wordt ze mee omlaag getrokken. De onderdruk die ontstaat zuigt lucht de longen in³.

Deze koepelvorm heeft het middenrif te danken aan de opwaartse druk die de buikholte erop uitoefent. Het middenrif ligt tussen de borstholte en de buikholte in. Er is een belangrijk verschil tussen die twee holtes: de buikholte is voor het grootste gedeelte gevuld met water (meer dan 90%) en kan gezien worden als een waterballon. Een belangrijke eigenschap daarvan is

¹ Het pericard is een soort tent waarvan de stormlijnen behalve aan het middenrif, ook naar de achterkant van het borstbeen (*sternum*) en de bovenste borstwervels lopen. Op die manier zit het aan de onderkant links, rechts, naar voren en achteren vast aan het middenrif, naar voren en omhoog aan het borstbeen, en naar boven en naar achteren aan de rugwervels. In deze tent kan met een gerust hart geklopt worden, te midden van alle drukte van de omringende longen, slokdarm en maag.

² De pleura is een dubbelgevouwen membraan en vormt zo twee vliezen. Het binnenste vlies grenst aan de longen (het longvlies, ook wel *pleura pulmonaris* of *visceralis*) en het buitenste grenst aan de borstholte (het borstvlies, ook wel *pleura parietalis*). Daartussen ligt de pleurale ruimte, een ruimte gevuld met een dunne film vocht. Deze houdt de twee vliezen bij elkaar (als er een perforatie ontstaat, heb je een klaplong, dan kan de long vanwege de elasticiteit van zijn weefsel terugschieten tot een vorm zo groot als een vuist) en maakt het mogelijk dat ze langs elkaar heen glijden tijdens de ademhaling. Voor de ademhaling is van belang dat de *pleura parietalis* behalve aan het middenrif ook vastzit aan de ribbenkast (*pleura costales*).

³ Technisch gesproken is het juister om te zeggen dat de atmosferische druk (die hoger is dan die in de longen) de lucht naar binnen duwt (wij bewonen immers de bodem van de luchtoccean).

dat een waterballon van vorm kan veranderen, maar niet in volume (als je aan één kant knijpt, puilt een andere kant uit). Je kunt de buikholte niet kleiner maken door er druk op uit te oefenen, het is niet comprimeerbaar. Een belangrijk gevolg hiervan is dat als je een deel ervan wilt bewegen, dit alleen maar kan als een ander gedeelte bereid is mee te bewegen. Hier komen we later op terug.

De borstholte daarentegen is gedeeltelijk gevuld met lucht. Zij lijkt in die zin meer op een blaasbalg. Deze is wel samendrukbaar (als je je adem inhoudt kun je je borstholte onder druk zetten en kleiner maken). Het weefsel van de longen is bovendien elastisch. Daar is sprake van onderdruk. De druk in de buikholte is altijd hoger dan die in de borstholte, zelfs al is je maag nog zo leeg en zijn je longen nog zo vol. De koepelvorm van de longen is dus te danken aan de druk die de organen in de buik erop uitoefenen.

Het horizontale gedeelte van het middenrif bestaat voor het grootste gedeelte uit fascia, een groot peesblad dat geen spiervezels bevat en derhalve ook niet contactiel is (dat wil zeggen dat het niet kan samentrekken door zich aan te spannen). Het spiergedeelte van het middenrif is het verticale gedeelte, het gedeelte dat van de koepels van het peesblad naar beneden loopt. De aanhechtingen van dit gedeelte zitten aan de binnenkant van de ribbenboog. Om precies te zijn: bij het sternum hecht het aan aan de binnenkant van het *processus xiphoideus* (het puntvormige uitsteeksel onder aan het borstbeen), bij de ribben aan de binnenkant van het kraakbeen van rib 6 tot en met 10. Vanaf de tiende rib loopt er een sterke, boogvormige pees naar het dwarsuitsteeksel (*processus transversus*) en het wervellichaam van de eerste lendenwervel (L1), met onderweg aanhechtingen aan de zwevende ribben⁴. Beneden aan de achterzijde zit het middenrif met twee lange *crura* (Latijn voor benen) vast aan de tweede (links) en derde (rechts) lendenwervel (L2 en L3).

Wat gebeurt er als het middenrif zich aanspant? Uit het bovenstaande is duidelijk dat het verticale deel van het middenrif zal samentrekken vanwege de plaats waar de spiervezels zich bevinden, dat wil zeggen dat het gedeelte tussen de onderste aanhechtingen (voornamelijk de ribbenboog) en

⁴ Het stuk van deze boogvormige pees dat over de *quadratus lumborum* heen loopt, heet het *ligamentum arcuata laterale*, en het deel dat over de *psaos major* heen loopt, wordt als *ligamentum arcuata mediale* aangeduid. Hoewel ieder deel een eigen naam heeft, vormen ze samen één pees.

het centrale peesblad (het horizontale gedeelte) in lengte gaat afnemen. Iets moet dus gaan bewegen. De vraag is: wat beweegt waarheen?

De beweging van het middenrif

Om die vraag te beantwoorden moeten we eerst twee begrippen verklaren die we tegenkomen als het over spieren gaat: oorsprong en insertie. Een spier hecht over het algemeen op twee plaatsen aan: een plek die stabiel is (niet beweegt) en een plek die mobiel is (wel beweegt). Die eerste wordt de oorsprong genoemd, de tweede de insertie. Nemen we als voorbeeld de triceps, de spier die we aan de achterkant van de bovenarm vinden⁵. Zijn oorsprong is de achterkant van de *humerus* (het opperarmbeen) en zijn insertie is de *ulna* (de ellepijp). Als de triceps aanspant strekt de elleboog zich, waarbij de onderarm beweegt (insertie) en de bovenarm niet (oorsprong).

De volgende vraag die we kunnen stellen is: wat is de oorsprong en wat is de insertie van het middenrif? Welke plaats neemt het centrale peesblad in en welke neemt de buitenste ring (de aanhechtingen aan het sternum, de ribbenboog, de peesboog en de lendenwervels) als het middenrif zich aanspant? En hier blijkt dat er bij het middenrif iets bijzonders aan de hand is: voor zover bekend is het de enige spier die halverwege zijn contractie oorsprong en insertie omwisselt.

Dit gebeurt als volgt: eerst is de onderkant van de spier het vaste punt (oorsprong) en wordt er aan het peesblad getrokken (insertie). De twee koepele dalen en trekken de pleura mee. De bodem van de borstholte gaat omlaag en zo wordt haar volume vergroot. Er ontstaat onderdruk en er stroomt lucht in de longen. Aan de onderkant duwt het middenrif de organen die zich in de buikholte bevinden omlaag. Deze zijn niet samendrukbaar, dus moet er elders worden plaatsgemaakt. Dit is het meest zichtbaar doordat de buik opbult (vandaar dat dit gedeelte van de ademhaling ook wel de buikademhaling wordt genoemd). Als het goed is veert de bekkenbodem mee en beweegt de rug licht naar achteren (hier komen we ook later op terug).

⁵ We beperken ons gemakshalve tot het laterale en mediale hoofd van die spier. Het lange hoofd van de spier begint bij het schouderblad en is dus bi-articulair (loopt over twee gewrichten).

Op een gegeven moment is 'de rek eruit'. Dan ligt het middenrif vast op de organen (lever en maag) en kan niet verder omlaag. Dat is het moment waarop het peesblad – met de centrale pees als middelpunt – het vaste punt wordt (oorsprong) en dat de ribben de insertie worden. Nu worden de ribben omhoog getrokken. Dit gebeurt doordat de onderste ribben aan de zijkant omlaag hangen. Het is als het handvat van een emmer dat aan de zijkant langs de emmer omlaag hangt. Wanneer je dat optilt, beweegt het zich van het centrum vandaan. Dat gebeurt ook met de ribben. Als die worden opgetild, bewegen ze zich van het middelpunt van het lichaam weg (dit zou kunnen doorgaan totdat ze horizontaal staan, maar zover komen ze niet). Hierdoor wordt de ribbenkast breder. Omdat de pleura ook aan de ribben vastzit (zie hierboven) stroomt hierdoor nog meer lucht de longen in. Dit proces kan iedereen bij zichzelf waarnemen: leg je handen op je flanken ter hoogte van de zwevende ribben. Als het goed is kun je bij een diepe inademing voelen dat deze ribben enigszins naar achter en naar boven toe bewegen⁶. Deze beweging wordt vooral teweeggebracht door de onderste ribben (6-12).

Er is nog een ander effect dat optreedt en dat te danken is aan de bijzondere hoek waarin de ribben van achter naar voren lopen en die ervoor zorgt dat als de ribben worden opgetild het borstbeen (*sternum*) ook wordt opgetild. Het borstbeen en de thoracale wervelkolom bewegen van elkaar vandaan. Zo wordt de diepte van de borstkas vergroot. Bij een onbelemmerde volle ademhaling zal het sternum naar voren bewegen en beweegt de wervelkolom op dezelfde hoogte naar achteren. Je kunt nagaan of die beweging aanwezig is door één hand op het borstbeen te leggen en de andere op de rug (bij een ander, bij jezelf zal dit niet lukken), en vast te stellen of de ene hand naar voren beweegt en de andere naar achteren. Deze beweging wordt met name teweeggebracht door de derde, vierde en vijfde rib.

Een volle ademhaling bestaat dus uit drie fases: eerst dalen de twee koepels van het middenrif, hetgeen de lengte van de borstholte vergroot, totdat ze tegengehouden worden door de tegendruk in de buikholte; vervolgens worden de onderste ribben opgetild, waardoor de borstholte breder wordt; ten

⁶ 'Als een adelaar die zijn vleugels spreidt', aldus Tom Myer in *Body Cubed, A Therapist's Anatomy reader*, een collectie van vijftien artikelen die gepubliceerd zijn in *Massage Magazine*, p. 78.

slotte worden de bovenste ribben opgetild, waardoor de diepte van de borstholte toeneemt.

Er gebeurt nog iets bijzonders bij een volle ademhaling, en dat verdient een aparte paragraaf.

Het verlengen van de ruggengraat tijdens een inademing

Wanneer de ribben naar achteren buigen, verdwijnen ze bijkans uit het gezicht. De ribben duiken ineens weg en naar voren toe⁷ en verstoppen zich onder de *erector spinae*-spieren. Het loont de moeite om goed te kijken wat daar gebeurt, want de ribben gaan nog dieper en duiken zelfs weg onder de dwarsuitsteeksels van de wervels (er is daar nog wel een gewricht, het *articulatio costotransversaria*). Waar het echt boeiend wordt, is de plaats waar de ribben contact maken met het wervellichaam⁸. Het uiteinde van de ribben is namelijk vergelijkbaar met een enigszins afgestompte pijlpunt. Deze pijlpunt boort zich als het ware tussen twee wervels in, waarmee het drie nieuwe gewrichten vormt: één gewricht met (de onderkant van) de bovenste wervel, één met (de bovenkant van) de wervel daaronder (dit zijn de *articulatio capites costae*), en het gewricht waar het ons om te doen is, de plek waar de rib de tussenwervelschijf raakt. Nu komt het: als we inademen en de ribben worden omhoog getild, werkt de 'pijlpunt' als een soort wig tussen de twee wervels en trekt ze enigszins uit elkaar. De ruimte tussen de twee wervels wordt groter.

Deze beweging heeft meerdere effecten tot gevolg. Ten eerste wordt de thoracale wervelkolom langer en zodoende worden de strekreceptoren in de ruggengraat geactiveerd. Ten tweede wordt de tussenwervelschijf geopend, waardoor vloeistof naar binnen kan stromen en hij gehydrateerd wordt. Vooral dit laatste is aantrekkelijk, aangezien de tussenwervelschijf als

⁷ Dit is het best te voelen ter hoogte van de onderkant van het schouderblad wanneer je een rib met je vingers volgt (wederom bij een ander). Je zult merken dat de rib ineens een scherpe hoek naar binnen toe maakt.

⁸ Wat we hier zeggen geldt alleen voor T2 tot en met T9. Bij T1 en T10 tot en met T12 ontbreekt het *ligamentum capitis costae intraarticulare*, dat wil zeggen dat de band (*ligamentum*) die tussen (*intra*) het hoofd (*capitis*) van de ribben (*costea*) en de wervelkolom loopt en zodoende het gewricht (*articulatio*) overbrugt, bij deze ribben afwezig is.

een spons bij iedere uitademing lichtjes wordt uitgeknepen, en bij iedere inademing weer volloopt met vers vocht.

Deze beweging kan alleen plaatsvinden als aan twee voorwaarden is voldaan. De adem moet diep genoeg zijn om deze beweging mogelijk te maken, en de weefsels (spier en fascia) diep in de rug moeten ontspannen genoeg zijn om deze beweging toe te staan.

Wat is nog meer van invloed op de werking van het middenrif?

Tot nu toe hebben we het middenrif op zichzelf beschouwd. Het staat buiten kijf dat het de belangrijkste ademhalingspier is en dat zijn vermogen zich voluit aan te spannen en voluit te ontspannen van groot belang is. Maar het zal inmiddels duidelijk zijn dat het middenrif vele connecties heeft met omliggende structuren. Die worden door het middenrif beïnvloed. Andersom is het ook van deze structuren afhankelijk.

Het is sowieso onmogelijk om het middenrif los te zien van de structuren eromheen: het is er onlosmakelijk mee verbonden. De fascia van de *psoas major* en van de *quadratus lumborum* zijn niet te scheiden van die van het middenrif⁹. Hetzelfde geldt voor de verbinding met de *rectus abdominis*, met de bekkenbodemp via het *ligamentum lateralis anterius*, met de *transversus abdominis*, met de maag via het *ligamentum coronarium*, met de lever via het linker en rechter *ligamentum triangulare*, met het *peritoneum* via het *ligamentum falciforme*, dat ook verbonden is met de navel en alle daarmee verbonden structuren, met het hart en de longen zoals hierboven al aan de orde is gekomen. Zo kunnen we nog een tijdje doorgaan.

Het is wellicht nog voor ons beeld van de ademhaling verhelderend om te kijken naar de structuren waarop het middenrif aangewezen is om voluit te kunnen functioneren. Te beginnen bij de 'waterballon', waar het deel van uitmaakt. De gesteldheid daarvan heeft invloed op de neerwaartse be-

⁹ In alle anatomieboeken wordt de fascia van de spier geschraapt om de spieren bloot te leggen. Dit levert natuurlijk mooie en overzichtelijke plaatjes op: als je een opgeruimd plaatje wilt (spiervezels) moet je alle rommel (fascia) verwijderen. Deze scheiding is echter kunstmatig. De continuïteit van de fascia van spier naar spier wordt zo ontkend. Het is een scalpel die deze verflechting verbreekt.

weging van het middenrif, de eerste fase van de ademhaling. Vervolgens kunnen we onze aandacht richten op de structuren die van invloed zijn op de bewegelijkheid en flexibiliteit van de borstholte (de 'blaasbalg'). Die beïnvloeden de mate waarin de tweede en derde fase van de ademhaling ongestoord kunnen plaatsvinden. Voor beide geldt dat het onmogelijk (en ook niet wenselijk) is ze uitputtend te behandelen. Alleen de hoofdzaken zullen ter sprake komen.

De waterballon

Als we de buikholte inderdaad beschouwen als een waterballon, waarbij het water staat voor de organen die erin zitten (maag, lever, galblaas, pancreas, nieren, milt, darmen, blaas, reproductieve organen) – waaruit bestaat dan de ballon die dit geheel omsluit?

Er zijn heel wat spieren die samen de ballon vormen. Om het overzichtelijk te houden zullen we ze in vier categorieën onderbrengen:

- de bovenkant van de ballon, bestaande uit het middenrif
- de onderkant van de ballon, bestaande uit bekkenbodemspieren (de *levator ani*-spieren¹⁰), de *iliacus* de *piriformis* en de *obturator internus*
- de achterkant van de ballon, bestaande uit de *psaos* en de *quadratus lumborum*, tezamen met de lumbale wervels (lendenwervels L1-L5)¹¹
- de zijkanten en de voorkant van de ballon, bestaande uit de buikspieren (de fascia van de *transversus abdominis* en die van de *obliquus internus* en *externus* reiken helemaal naar achteren om aan de dwarsuitsteeksel van de lumbale wervels aan te hechten, en maken dus ook deel uit van de achterkant van de ballon)

¹⁰ *Levator ani* betekent letterlijk anusopheffers. Het zijn drie spieren die vermoed zijn naar de twee plaatsen waar ze aanhechten: de *iliococcygeus*, de *pubococcygeus* en de *puborectalis*. Verder is er nog de *coccygeus*, die officieel niet tot de *levator ani* behoort, maar wel deel uitmaakt van de bekkenbodem.

¹¹ De *psaos* en de *quadratus lumborum* verbinden het middenrif met de benen, en verbinden aldus ademen met lopen. De *psaos* loopt naar de *trochanter minor* van het dijbeen, en de *quadratus lumborum* legt hetzelfde traject af in combinatie met de *iliacus*. Alleen het bovenste deel van deze spieren maken deel van de ballon uit.

Het is mogelijk om twee ononderbroken ringen te maken van spieren die de waterballon als twee riemen bij elkaar houden: een horizontale en een verticale.

De horizontale riem bestaat uit de *transversus abdominis*, die helemaal vanaf de dwarsuitsteeksels van de lumbale wervels aan de achterkant naar de zijkant en naar voren loopt. Aan de bovenkant hecht het aan de ribbenboog aan. Wanneer het aan de voorkant in het midden de *rectus abdominis* tegenkomt, drapeert het zich daar als fascia omheen en gaat over in de *linea alba* (de sterke fasciaband waarin alle buikspieren samenkomen en die van het borstbeen naar het schaambeen loopt). Aan de onderkant loopt de *transversus abdominis* langs de darmbeenkam (de *crista iliaca*, de verdikte bovenrand van het bekken) en drapeert zich rond het *ligamentum inguinale* (de liesband die van het hoogste punt aan de voorkant van de darmbeenkam naar het schaambeen loopt). Deze horizontale riem heeft grote invloed op de druk in de ballon. Net zoals wanneer je in een tube tandpasta knijpt, zal bij een sterke contractie van de *transversus abdominis* de inhoud van de buikholte (het water in de ballon) een weg naar buiten zoeken door de openingen die het vinden kan. Dit resulteert in ontlasten of overgeven. We zetten deze spier ook in als we hoesten.

De verticale riem kunnen we vormen als we beginnen bij de *rectus abdominis* bij het borstbeen en die omlaag volgen naar het schaambeen. Het hecht aan de onderkant ervan aan en de fascia vervloeit met die van de *pubococcygeus*, die van de binnenkant van het schaambeen naar het staartbeen loopt. Daar gaat het over in het *ligamentum longitudinale anterius*, die over de hele voorkant van de wervelkolom loopt. Uit dit ligament ontstaan de *crura* van het middenrif (de twee 'benen' waarmee het respectievelijk aan L2 en L3 vastzit). Volgen we de boog van het middenrif (omhoog aan de achterkant en weer omlaag aan de voorkant) verder, dan belanden we weer bij de *rectus abdominis*.

Mocht het bos door al deze bomen uit het zicht verdwijnen, dan is het voldoende om te onthouden dat het voor het middenrif van groot belang is dat de spieren die de ballon vormen voldoende flexibiliteit hebben om het in zijn benedenwaartse beweging niet te belemmeren, en dat ze voldoende tonus hebben om de organen in de buikholte te ondersteunen. Als dit laatste namelijk niet het geval is, wordt het middenrif in zijn opwaartse beweging geremd

doordat de organen onvoldoende druk leveren om het toe te staan zich geheel te ontspannen.

Het is gemakkelijk te voelen hoezeer contractie van de spieren die de ballon vormen de inademing beperken. Door de buikspieren stevig aan te spannen en vervolgens in te ademen wordt dit maar al te duidelijk. Hetzelfde is te voelen als men de bekkenbodemspieren aanspant en probeert in te ademen.

De bewegingen in de ballon die de (buik)ademhaling idealiter begeleiden bij de inademing zijn: benedenwaartse beweging van de bekkenbodem, bolling van de buik en het lichtjes naar achteren bewegen van de onderrug. Als dat niet of niet optimaal gebeurt, dan is er sprake van hypertoniciteit. Dit zijn de tekenen waarop men kan letten om een beeld te krijgen van iemands ademhaling.

Bij een rustige, natuurlijke uitademing is het voldoende dat het middenrif zich ontspant en terugkeert naar zijn oorspronkelijke hoge positie. De spieren van de waterballon kunnen assisteren bij een geforceerde uitademing. Dit is met name het geval bij versnelling van de ademhaling.

Er valt nog heel wat te zeggen over andere zaken die de neerwaartse beweging van het middenrif beïnvloeden, zoals de stand van het middenrif tegenover de bekkenbodem¹² of de balans tussen de *erector spinae* (vooral de *longissimus* en de *spinalis*) en de *psaos*¹³. Dat valt echter buiten het bestek van dit artikel.

¹² De wederkerige invloed die de twee diafragma's – het diafragma dat door de bekkenbodemspieren wordt gevormd en het middenrif – op elkaar uitoefenen, is optimaal als ze recht tegenover elkaar liggen. Bij een naar voren gekanteld bekken en/of een naar achteren gekantelde borstkast gaat deze reciprociteit verloren.

¹³ Eerder hadden we het erover dat bij een volledige ongehinderde inademing de onderrug lichtjes naar achteren beweegt. Dat is alleen mogelijk als de *erector spinae* en de *psaos* goed op elkaar afgestemd zijn. Als bovendien de *psaos* zijn werk als stabilisator van de lumbale wervelkolom goed verricht, hoeft de *rectus abdominis* niet voor deze posturale taak te worden ingezet. Een strakke *rectus abdominis* belemmert de ademhaling.

De blaasbalg

Van de buikholte/waterballon naar de blaasbalg: hoe beweegt de ribbenkast? Onze *thorax*¹⁴ is bijzonder mobiel: het is in staat ten opzichte van zichzelf te roteren, en naar voren en naar achteren te buigen, terwijl het steeds voldoende ruimte en bescherming geeft aan longen en hart. Dit is mogelijk door de coördinatie van de bewegingen rondom de vele gewrichten die daar te vinden zijn. We hebben het hierboven al gehad over de ingenieuze wijze waarop de ribben gewrichten vormen met de wervels aan de achterkant. Aan de voorkant zien we dat iedere rib met het borstbeen verbonden is door middel van kraakbeen. Daardoor zijn er tussen iedere rib en het sternum twee gewrichten: één tussen de rib en het kraakbeen (de *articulatio costo chondrale*¹⁵) en één tussen het kraakbeen en het borstbeen (de *articulatio chondro sternale*). Door de meer dan honderd gewrichten in de borstkast en de bewegelijkheid ervan zou het juister zijn van een *borstmand* in plaats van een *borstkast* te spreken¹⁶.

De ribbenmand wordt omhoog gehouden door zijn verbindingen met de nekwervels: de *scaleni*. Dat zijn drie spieren die van de dwarsuitsteeksels van de nekwervels (*processus transversi* van C2-C6) naar de eerste en tweede rib lopen. Aan de onderkant van de ribbenmand loopt de complementaire 'stormlijn': de *quadratus lumborum*¹⁷. Meteen zien we al hoezeer deze spieren bij de ademhaling betrokken zijn: in hoeverre de ribbenkast (toch maar weer 'kast', oude gewoontes zijn hardnekkig) op en neer kan gaan, is mede afhankelijk van de mogelijkheid deze stormlijnen te laten vieren. De *scaleni* zijn actief betrokken bij de ademhaling. Als met name de voorste *scalenus* (de *scalenus anterior*) aangespannen is, kan dat zowel resulteren in

¹⁴ *Thorax* is de medische term voor ribbenkast, vandaar dat we van thoracale wervels spreken als we het hebben over de borstwervels.

¹⁵ *Chondro* heeft altijd betrekking op kraakbeen.

¹⁶ Tom Myers heeft het over '*your Mum's old wicker basket turned upside down*'. Het beeld van een rieten mand doet inderdaad meer recht aan de flexibiliteit die de borstkast heeft: je kunt eraan trekken, ertegen duwen en hem zelfs ronddraaien. Het '*upside down*' slaat op het feit dat de ribbenmand van onderen heel wat breder is dan van boven, in tegenstelling tot de indruk die ervan aan de buitenkant wordt gewekt. De engte aan de bovenkant van de ribbenkast is niet zichtbaar als je van buiten naar iemand kijkt. Dat komt omdat hij gedrapeerd wordt door een brede schoudergordel (sleutelbenen, *pectoralis major*, *trapezius*, *deltoideus*, *latissimus dorsi*).

¹⁷ De *scaleni* worden weleens de *quadratus lumborum* van de nek genoemd.

een opgetilde borstkast (dan trekt de nek de ribben naar zich toe) als in een naar voren gebogen hoofd (dan trekken de ribben het hoofd naar zich toe). Als de onderste drie ribben op de inademing niet ‘hun vleugels spreiden’ (zie voetnoot 5), is de *quadratus lumborum* waarschijnlijk de boosdoener. Ook de *obliquus internus* en *externus abdominis* kunnen deze beweging bemoeilijken.

De schouderpartij is zwaar en kan op de ribbenkast drukken en op die manier de ademhaling in de weg zitten. Tijdens een inademing zouden de schouderbladen naar boven en naar buiten toe moeten bewegen. Indien de beweging naar buiten toe achterwege blijft en de schouderbladen alleen recht op en neer bewegen, dan staan de spieren die de schouders met de ribbenkast verbinden te strak. Dit kunnen dan de *serratus anterior*, de *pectoralis minor* en de *subclavius* zijn. Als de schouderbladen helemaal niet bewegen, dan kunnen de *sternocleidomastoideus*, de *levator scapula* en de *scaleni* wel wat ontspanning gebruiken.

De *serratus posterior superior* is in staat de ribben op te tillen tijdens de inademing. De *serratus posterior inferior* kan op zijn beurt de ribben tijdens de uitademing naar beneden trekken.

Het moge inmiddels duidelijk zijn: er zijn heel wat spieren die de borstkast in beweging kunnen brengen. Dat betekent echter ook dat heel wat spieren de beweeglijkheid ervan kunnen verminderen als ze chronisch aangespannen zijn. Iedere keer dat we het tot nu toe over ‘de ademhaling’ spraken, hadden we deze frase ook kunnen veranderen in ‘de beweging van het middenrif’. Om vrij te kunnen bewegen is het middenrif dus afhankelijk van de tonus en flexibiliteit van die spieren. De wederzijdse invloed die deze spieren en het middenrif op elkaar hebben maakt twee dingen mogelijk. Aan de ene kant kunnen we door direct op deze spieren te werken indirect het middenrif aanraken. Aan de andere kant kunnen we met de adem deze spieren bereiken. Dit laatste is met name van belang voor die spieren die ontoegankelijk zijn. Speciale vermelding verdient in dit verband de *transversus thoracis*, een spier die aan de binnenkant van de borstkast ligt, vlak voor het hart. Hij hecht aan de binnenkant van het sternum aan en waaiert daarvandaan uit naar het ribkraakbeen. Als we het koud hebben spant deze zich aan. De ingevallen borst die de aanspanning van deze spier met zich meebrengt is kenmerkend

voor drugsverslaafden en in het algemeen mensen die moeite hebben liefde in te nemen¹⁸.

Nog één druppel wil ik toevoegen aan de emmer die wellicht al aan het overlopen is. De beweging van de thorax is ook via het borstbeen met de mond en de spijsvertering verbonden. Van de achterkant (binnenkant) van het sternum loopt de *musculus sternohyoideus* naar het tongbeen (*os hyoideum*). De ribbenkast is dus direct gekoppeld aan de mond (deze spier helpt namelijk bij het openen van de mond en bij het slikken). Daarnaast is er nog de *musculus sternothyroideus*, een spier die tussen het borstbeen en het schildklierkraakbeen (de zogenaamde adamsappel) zit. Het trekt het schildklierkraakbeen en tongbeen naar beneden.¹⁹

Het middenrif, voeding en de geboorte

Hierboven werd al gewag gemaakt van het *ligamentum falciforme*. Het zit vast aan de buikwand, is verbonden met het middenrif, verdeelt de lever in een rechter- en linkerkwab en strekt zich naar beneden uit tot aan de navel. In dit ligament zit het embryonale overblijfsel van de *vena umbilicaris*, de navelader. Vóór de geboorte was deze ader verbonden met de placenta en was zodoende de aanvoerroute van voeding.

Op het moment van de geboorte verandert de situatie drastisch. Er vindt ineens een radicale wijziging plaats in de manier waarop de zuurstof en de voeding – die eerst via de placenta binnenkwamen – verkregen moeten worden. Vóór de geboorte wordt het bloed nog om de longen heen geleid. Twee structuren nemen dit op zich. Het *foramen ovale* is een opening tussen de linker- en rechterhartkamer. De *ductus arteriosus* verbindt de aorta met de longslagader. Als bij de geboorte de longen openklappen, slaat het *foramen ovale* dicht, waardoor de twee ventrikels gescheiden worden. De *ductus arte-*

¹⁸ De bewering dat deze spier het hart beschermt voor de pijn van het gebrek aan liefde en door zich af te sluiten de inname van liefde onmogelijk maakt en zodoende deze staat in stand houdt, lijkt mij zeker niet ver gezocht.

¹⁹ Het is interessant dat er een continuïteit van fascia is vanaf de voorkant van het middenrif bij het *processus xiphoideus* naar boven toe via de *fascia endothoracica* naar de *transversus thoracis* en verder via de *musculus sternohyoideus* en de *musculus sternothyroideus*. Al deze orale structuren zijn dus ook verbonden aan het middenrif.

riosus stort in en wordt buiten gebruik gesteld. Om de zuurstof uit de lucht naar de hemoglobine in het bloed te krijgen, hebben de pas geopende longen 150 enzymatische reacties nodig. Een hele opgave als je zojuist op een ingrijpende manier het aquatische milieu voor het aerobe hebt ingeruild.²⁰

Bij de geboorte is de navelstreng nog aan de placenta verbonden. Deze laatste blijft ongeveer een kwartier aan de baarmoederwand vastzitten. De navelstreng functioneert dan nog. Over het algemeen is de navelstreng lang genoeg om zonder doorknippen de baby aan de borst te kunnen leggen. Het zogen bevordert bovendien het loslaten van de placenta. Aanvankelijk klopt de navelstreng nog. Na een paar minuten stopt het kloppen en verandert de navelstreng van kleur. Dat lijkt een goed moment om hem door te knippen.

Helaas wordt de navelstreng vaak direct na de geboorte afgebonden en doorgeknipt. Deze haast zou wel eens kunnen leiden tot een gevoel van gemis, alsof er iets wordt afgenomen, een gevoel dat een leven lang kan blijven hangen ondanks de overvloed die ons omringt. De invasieve ingrepen die vlak na de geboorte plaatsvinden (te vroeg doorknippen van de navelstreng, uitzuigen van de luchtwegen, verwijderen van *vernix*²¹) kunnen de eerste minuten dat het kind ademt verstoren en daarmee een inbreuk maken op zijn natuurlijke adempatroon, dat een blijvende belemmering tot gevolg kan hebben. In therapie komt vaak naar voren dat de navel en de structuren daaronder een opslagplaats te zijn voor gevoelens van gebrek, gemis, afhankelijkheid, ontbering, uithongering en emotionele deprivatie in het algemeen.

Tot slot

Met de kleine anatomische reis die we rondom het middenrif hebben gemaakt, hoop ik iets van mijn fascinatie ervoor te hebben overgebracht. Ook

²⁰ Zo heb je in een aantal uren de weg afgelegd waar jouw verre voorouders millennia over hebben gedaan...

²¹ *Vernix* is de witte, vette laag (huidsmeer) waarmee baby's worden geboren. De functie ervan is omstreden, maar het lijkt erop dat *vernix* vanwege onder andere zijn antibacteriële en temperatuur-regulerende eigenschappen een belangrijke beschermende functie heeft.

hoop ik dat de veelheid niet als ontmoedigend is ervaren, maar een glimp van de rijkdom ervan laat doorschemeren.

We hebben het een en ander gezegd over de vele verbindingen die het middenrif heeft: de connectie met de benen, de bekkenbodemp, de buikholte, het hart, de longen, de armen, de keel en de mond. Er is iets gezegd over de emotionele lading die daarmee verbonden is. Opvallend is de ligging van het middenrif tussen de buikholte, waar vitaliteit, veiligheid, kracht, sexualiteit en instinct huizen, en het gebied erboven dat meer gericht is op ‘hartzaken’, expressie en handelen. Deze ligging maakt het middenrif bij uitstek geschikt om als modulator te dienen, als een poort die tevens zijn eigen poortwachter is.

Door iets uitvoeriger de beweging van het middenrif te bekijken, konden we constateren dat deze spier in staat is alle fases van de ademhaling voor zijn rekening te nemen²². We hebben het om die reden niet expliciet over de zogenaamde hulpademhalingspiers gehad. Zoals we hebben gezien, kunnen vele spiers helpen bij de ademhaling (en deze dus ook belemmeren). Vaak worden de *intercostales* genoemd als belangrijke spiers bij de ademhaling. Het heffen van de ribben bij de inademing wordt vaak aan deze spiers toegeschreven (en dan met name de *intercostales externus*; de *intercostales internus* worden ingezet bij een geforceerde uitademing). Dat ze bij de ademhaling betrokken zijn, staat vast (dat heeft elektromyografie²³ aangetoond), maar hoe belangrijk hun rol daarbij is, staat ter discussie. De *scaleni* – blijkt uit de elektromyografie – komen na het middenrif op de tweede plaats (en het is makkelijk te zien dat ze door hun ligging en lengte zeer geschikt zijn om de ribbenkast op te tillen), terwijl de *intercostales* pas op de derde plaats komen. Het is veel aannemelijker dat de *intercostales*, als voortzetting van de *obliquus abdominis internus* en *externus*, dienen als vering bij de contralaterale beweging die bij het lopen gemaakt wordt²⁴. Andere spiers, zoals de

²² In veel teksten wordt de rol van het middenrif beperkt tot de buikademhaling, die ten onrechte ook weleens als middenrifademhaling wordt bestempeld.

²³ Elektromyografie is een techniek die de elektrische activiteit van een spier meet.

²⁴ Als bij het lopen ons rechterbeen naar voren gaat, zwaait de linkerarm mee naar voren en andersom. Het momentum van het been wordt gecompenseerd door een tegenbeweging van de arm aan de andere kant. Dit zorgt voor een rotatie in de torso. De x-vorm van de *intercostales* is bij uitstek geschikt

sternocleidomastoideus en de *pectoralis minor* en *major* kunnen bijspringen als de ademhaling door bijvoorbeeld zware inspanning sneller en intenser wordt. Dan moeten insertie en oorsprong worden omgewisseld²⁵. In het licht van de extra spanning die dit met zich meebrengt, is duidelijk dat het een energievretende bezigheid is met een laag rendement (een deel van de ingeademde zuurstof gaat verloren aan deze extra inspanning). Het middenrif blijft dus in alle gevallen de meest efficiënte ademhalingspier, en zijn onbelemmerde werking komt onze energetische huishouding zeer ten goede.

Amsterdam, maart 2017

Bibliografie

Bij het schrijven van dit artikel heb ik me laten inspireren door de volgende boeken. Daarbij heb ik vooral geleund op de publicaties van Tom Myers.

Biel, Andrew R. (2005), *Trail Guide to the Body*. Boulder: Books of Discovery.

Farhi, Donna (1996), *The Breathing Book*. New York: St. Martins Press

Kaminoff, L. & Matthews, A. (2012), *Yoga Anatomy*. Human Kinetics.

Koch, Liz (2012), *The Psoas Book*. Felton: Guinea Pig Publications

Myers, Thomas W. (2014), *Anatomy Trains*. Churchill Livingstone Elsevier

Myers, Thomas W., *Body Cubed. A Therapist's Anatomy Reader*. Kinesis, Inc.

Myers, Thomas W., *The Anatomist's Corner. Issues in Structural Anatomy*. Kinesis, Inc.

Netter, Frank H. (2006), *Atlas of Human Anatomy*, 4th Edition. Philadelphia: Saunders Elsevier

om deze draai mogelijk te maken en tegelijkertijd op te vangen. Dit idee is geopperd door Jon Zahourek.

²⁵ Vandaar dat de atleet na de race met zijn armen op zijn knieën steunt en dat de astmaticus zich aan de tafelrand vastklampt: de schouders kunnen dan het vaste punt worden.