

**SAMENVATTING**

Fysiotherapeuten hebben vaak te maken met patiënten met lage rugpijn. Voor inzicht in de wijze waarop pathologische veranderingen van een lumbale discus intervertebralis een rol kunnen spelen bij lage rugpijn, is kennis nodig van de gezond functionerende discus. Dit artikel gaat vooral over de gezonde lumbale discus. Het behandelt de bouw van de verschillende structuren van een lumbale discus, de doorbloeding, de innervatie en de functie van de discus. Afsluitend komt beknopt het verschil tussen discusveroudering en discusdegeneratie aan bod.



# Het 'zware' leven van de lumbale disci intervertebrales

## Deel 1. Functionele anatomie

**Paul van der Meer**

P.W. van der Meer, fysiotherapeut/manueel therapeut particuliere praktijk, Warmond; docent [www.fundamentfysiotherapie.nl](http://www.fundamentfysiotherapie.nl); gastdocent School voor Manuele Therapie Nederland

**LEERDOELEN**

Na het bestuderen van dit artikel:

- bent u op de hoogte van de anatomie en functie van de lumbale discus intervertebralis;
- heeft u een bredere visie op specifieke lage rugpijn;
- weet u hoe de bloed- en zenuwvoorziening van de discus is;
- kunt u het verschil benoemen tussen discusveroudering en discusdegeneratie;
- weet u wat de relatie is tussen degeneratie van de eindplaten en ernstige lage rugpijn;
- weet u dat de discus intervertebralis het onderdeel van het bewegingsapparaat is dat het meest dramatisch verandert met de leeftijd.

**Inleiding**

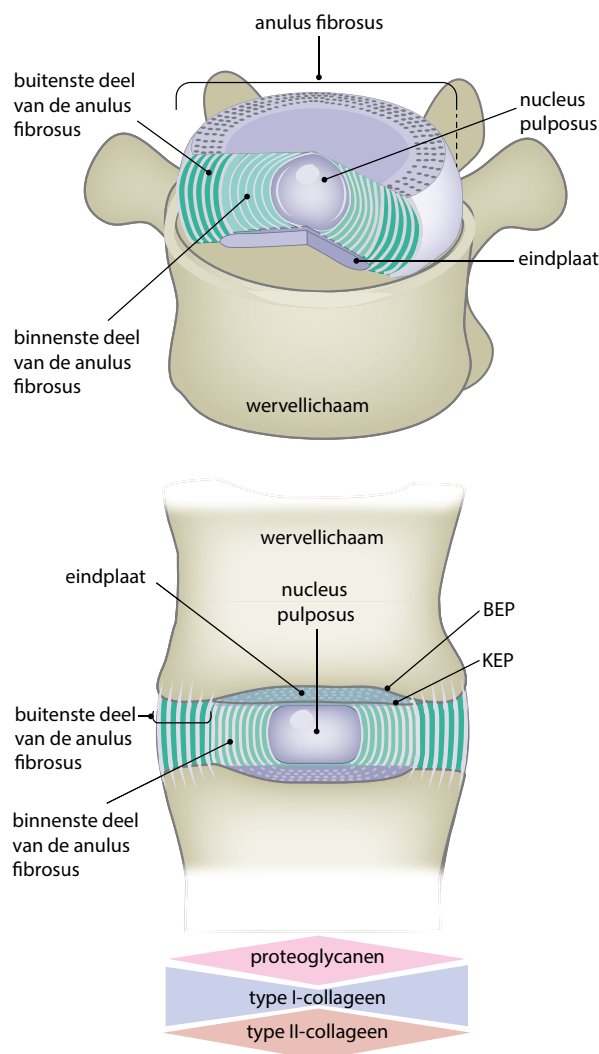
Lage rugpijn komt in alle leeftijdsgroepen voor, 40 tot 80 procent van de mensen krijgt er in zijn leven mee te maken en lage rugpijn is wereldwijd oorzaak nummer één van 'activiteitenlimiterende klachten'.<sup>1,2,3</sup> In de KNGF-richtlijn *Lage rugpijn* staat: 'Aspecifieke lage rugpijn wordt gedefinieerd als rugpijn waarvoor geen aanwijsbare specifieke oorzaak voor de klachten te vinden is. Dit is het geval bij ongeveer 90 procent van alle patiënten met lage rugpijn'.<sup>4</sup> Ook staat in deze richtlijn onder het kopje 'beleid' dat het goed is om tegen patiënten te zeggen dat toename van de pijn niet samengaat met beschadiging van structuren in de rug.<sup>4</sup> Er wordt in de richtlijn onderscheid gemaakt tussen aspecifieke en specifieke lage rugpijn. Zo vallen onder andere het lumbosacraal radiculair syndroom, kanaalstenose en ernstige vormen van spondylolisthesis onder specifieke lage rugpijn. Dit zijn dus beelden met kenmerkende pathologische veranderingen van structuren van de lumbale wervelkolom. Passend bij de richtlijn is dat de heersende tendens in de fysiotherapie is om bij patiënten met (chronische) aspecifieke lage rugpijn meer naar psychosociale factoren te kijken dan naar de rug zelf.<sup>5</sup> De gedachte hierachter is dat bij aspecifieke lage rugpijn mogelijke pathologie van structuren van de lage rug weinig tot geen rol speelt. In de wetenschap-

pelijke literatuur zijn echter veel aanwijzingen te vinden dat dit concept discutabel maakt. Ter illustratie hiervan: de bekende rugonderzoekers Chen en Battié schreven nog zeer recent dat onderdelen van de lumbale wervelkolom worden gezien als de primaire bronnen van specifieke lage rugpijn.<sup>6</sup> Verder is aangetoond dat degeneratieve veranderingen van de eindplaten, pathologische veranderingen van de wervellichamen ('Modic changes') en discusdegeneratie alle drie onafhankelijke risicofactoren zijn voor periodes van ernstige lage rugpijn.<sup>7-9</sup> Voorts valt op dat er geen ander onderdeel van de wervelkolom of ander musculoskeletaal weefsel in het menselijk lichaam is dat zo dramatisch verandert met de leeftijd als de lumbale disci intervertebrales.<sup>10-12</sup>

De aanwezigheid van discusdegeneratie of degeneratie van een eindplaat wil zeker niet zeggen dat er dan ook lage rugpijn optreedt, want deze degeneratieve veranderingen kunnen ook asymptomatisch voorkomen, dus zonder pijn en/of andere klachten.<sup>6,9</sup> Dit is overigens niet alleen het geval bij de lage rug, want ook rotator cufflaesies van de schouder en artrose van de heup en de knie komen zowel symptomatisch als asymptomatisch voor.<sup>13-15</sup> Voor al deze pathologische beelden geldt wel dat gemiddeld gezien de degeneratieve veranderingen uitgesprokener zijn bij de symptomatische groep.<sup>5,16,17</sup> Dit wijst op een causale relatie tussen degeneratieve veranderingen en pijnklachten zowel in de lage rug, de schouder als in de knie en heup. Deze relatie wordt bij schouder, knie en heup veel beter onderkend dan bij de lage rug.<sup>18</sup> Het voorgaande wijst erop dat de fysiotherapie een inhaalslag te maken heeft met de benadering van patiënten met specifieke lage rugpijn en dat naast psychosociale factoren de rug zelf ook betrokken moet worden. Dit artikel, in combinatie met het vervolg hierop in een volgende editie van *Physios*, wil laten zien dat de lumbale disci intervertebrales niet genegeerd mogen worden als mogelijke bron van pijn bij patiënten met (chronische) lage rugpijn. Kennis van de anatomie en weefselfysiologie is belangrijk om de pathologie te begrijpen. Daarom komen achtereenvolgens aan bod: de bouw van de verschillende structuren van een lumbale discus, de doorbloeding, de innervatie en de functie van de discus. Het artikel sluit af met een beschrijving van het verschil tussen discusveroudering en discusdegeneratie.

## Anatomie van de lumbale discus intervertebralis

De lumbale discus intervertebralis (verder aangeduid als 'discus') is macroscopisch te verdelen in drie verschillende structuren: de gelatineuze nucleus pulposus, de



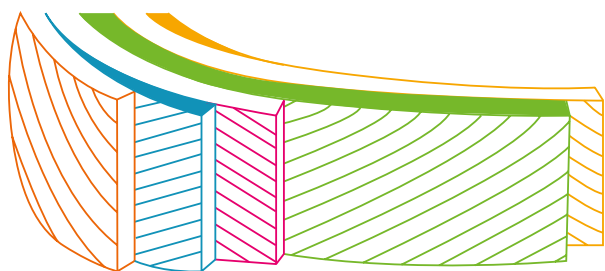
**Figuur 1** Schematische weergave van de structuur en compositie van de lumbale discus intervertebralis. Tevens is de concentratie van de proteoglycanen en de verdeling van de concentratie van collageen type I en II in de nucleus pulposus en de anulus fibrosus weergegeven. (Vrij naar Colombier et al., 2014.<sup>12</sup>)

collagene anulus fibrosus die de nucleus pulposus omgeeft en de eindplaten die de nucleus pulposus en het binnenste deel van de anulus fibrosus scheiden van de wervellichamen (figuur 1).<sup>12,19,20</sup>

Deze structuren worden hier nader belicht en de paragraaf sluit af met de zenuwvoorziening van de discus.

### Anulus fibrosus

De anulus fibrosus bestaat uit 15 tot 25 circulair lopende bladen van collageen, lamellen genaamd, die stevig tegen elkaar aan liggen en de periferie van de discus vormen.<sup>12,21</sup> Een lamel bestaat uit rijen van collageenvezels type I en type II, gelegen in een gel van proteoglycanen en water. Proteoglycanen zijn moleculen die uit een eiwit bestaan waaraan covalent, dat wil zeggen via



**Figuur 2** Schematische weergave van de bouw van de annulus fibrosus. Lamellen van de annulus fibrosus met schuin lopende vezels in alternerende richtingen. (Vrij naar Adams & Roughley, 2006.<sup>27</sup>)

een sterke chemische binding, een of meer ketens van gesulfateerde glycosaminoglycanen (GAG's) gebonden zijn.

### Verloop collagene vezels

De collagene vezels liggen zodanig in de annulus fibrosus dat ze een hoek van rond de 30 graden maken ten opzichte van de horizontaal, en in opeenvolgende lamellen heeft deze hoek steeds een tegengestelde richting. Dit betekent dat de collagene vezels van naast elkaar gelegen lamellen in horizontale richting een hoek van ongeveer 60 graden en in verticale richting een hoek van ongeveer 120 graden ten opzichte van elkaar maken (figuur 2).<sup>22</sup>

Naast elkaar gelegen lamellen zijn radiaal met elkaar verbonden door het 'translamellar bridging network'.<sup>23-25</sup> Vezels van dit netwerk binden collagene vezels van naast elkaar gelegen lamellen aan elkaar, vergelijkbaar met de manier waarop boomstammen aan elkaar vastzitten bij een raft.<sup>24,25</sup>

Het translamellar bridging network bestaat bij volwassenen uit een hoge concentratie collagene vezels type VI en slechts een geringe concentratie type I, daarnaast veel proteoglycanen en onder andere lubricin.<sup>12</sup> Het vermoeden is dat de concentratie collagene vezels type VI hoog is door de heersende drukkrachten in de translamellaire ruimte.<sup>23</sup> De aanwezigheid van lubricin, bekend van zijn smerende eigenschappen in gewrichten, wijst erop dat er verschuiving optreedt van naast elkaar gelegen lamellen bij het functioneren van de lumbale wervelkolom. Lubricin heeft de potentie om de wrijving tussen de lamellen te reduceren.<sup>12,26</sup>

### Binnenste en buitenste annulus fibrosus

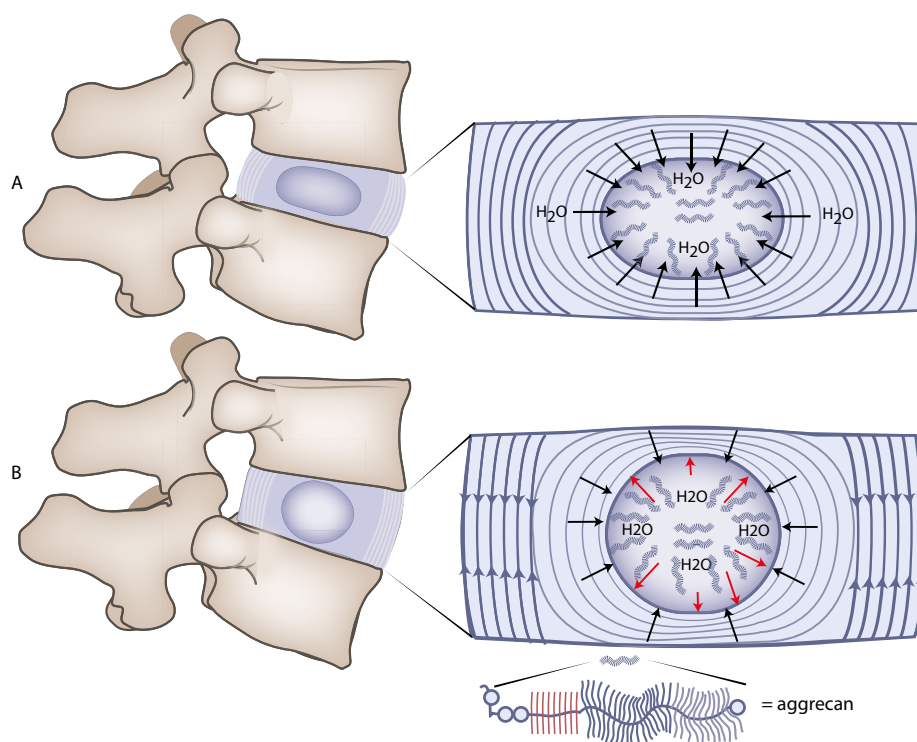
De annulus fibrosus is te verdelen in twee gebieden: de buitenste annulus fibrosus en de binnenste annulus fibrosus (zie ook figuur 1).<sup>12</sup> De vezels van het buitenste deel insereren aan de ringapofyse van het wervellichaam

en vormen het ligamentaire deel van de annulus. De vezels van het binnenste deel omringen de nucleus en vormen het capsulaire deel.<sup>21</sup> Samen zorgen de twee delen van de annulus ervoor dat uitstulpen (protrusie) van de nucleus pulposus naar de periferie van de discus gelimiteerd is.<sup>12</sup> De binnenste annulus fibrosus heeft een wat grilliger georganiseerde extracellulaire matrix (de vezels liggen niet strak naast elkaar en hebben wat meer variatie in richting), is fibrocartilagineus van samenstelling en bestaat zodoende overwegend uit type II-collageen, proteoglycanen en water. Dit deel van de annulus fibrosus wordt gezien als transitiezone tussen de buitenste annulus fibrosus en de nucleus pulposus. De vezels van de binnenste annulus fibrosus ondergaan in een gezonde discus zowel druk- als trekkrachten. De drukkrachten zijn een gevolg van de door de wervellichamen uitgeoefende verticaal lopende compressiekrachten. De trekkrachten ontstaan doordat de nucleus pulposus zich bij belasting van de wervelkolom naar perifeer wil verplaatsten en het binnenste deel van de annulus fibrosus hier weerstand tegen biedt. Dat de binnenste annulus fibrosus zowel druk- als trekkrachten ondergaat, verklaart waarom dit weefsel fibrocartilagineus is. Dit type weefsel is namelijk in staat om zowel druk- als trekkrachten op te vangen. Op andere locaties in het bewegingsapparaat waar deze twee krachten ook beide optreden, zoals de laatste 0,5 mm van pezen ter hoogte van de insertie aan het bot en de delen van pezen die als een katrol over een botdeel gespannen worden, is de weefselsamenstelling eveneens fibrocartilagineus.<sup>28</sup> Een voorbeeld van het laatste is het deel van de insertiepees van de m. peroneus longus dat gespannen wordt over het os calcaneus en het os cuboideum aan de lateraal-dorsale zijde van de voet.

De buitenste annulus fibrosus heeft juist een zeer georganiseerde extracellulaire matrix (vezels lopen min of meer allemaal in dezelfde richting) die rijk is aan type I-collageen, terwijl er nauwelijks type II-collageen en proteoglycanen zijn.<sup>12</sup> De buitenste annulus fibrosus is vooral onderhevig aan trekkrachten en is daar beter tegen bestand dan de binnenste annulus fibrosus.

### Nucleus pulposus

De nucleus pulposus bestaat voor 85 procent uit water en bevat ongeveer 3000 cellen per mm<sup>3</sup>, hetgeen slechts een derde is van de dichtheid van cellen in de annulus fibrosus.<sup>12,29</sup> De cellen van de nucleus pulposus liggen ingebed in een matrix die rijk is aan type II-collageen en proteoglycanen (zie ook figuur 1).<sup>12</sup> De verhouding tussen proteoglycanen en type II-collageen is 27:1 in de nucleus pulposus van een gezonde discus bij jongvolwassenen (15-25 jaar).<sup>30</sup> Op de leeftijd van 60 tot 80 jaar is deze



**Figuur 3** Balans tussen de osmotische en de hydrostatische druk in de nucleus pulposus. A. De negatief geladen GAG's in de nucleus zorgen voor een hoge osmotische druk waardoor er water aangezogen wordt in de nucleus (zwarte pijlen). B. De nucleus zwelt op en drukt de anulus naar buiten. Als er evenwicht is bereikt tussen de osmotische en de hydrostatische druk (rode pijlen), stopt het aanzuigen van water.

verhouding echter veel kleiner, namelijk 5:1.<sup>30</sup> Dit maakt begrijpelijk dat de waterhoudendheid van de nucleus in verloop van de tijd steeds minder wordt. De matrixcomponenten worden geproduceerd door de notochordale en de kraakbeenachtige cellen die de nucleus pulposus bevat (zie kader).<sup>12</sup> De meest voorkomende proteoglycaan in de nucleus pulposus is aggrecan, net zoals dit het geval is in gewrichtskraakbeen, en deze proteoglycaan is verantwoordelijk voor de hoge waterhoudendheid van de nucleus.<sup>31</sup> Aan het centrale eiwitdeel van aggrecan kunnen tot wel dertig ketens van gesulfateerde GAG's gebonden zijn.<sup>12</sup> Deze GAG's zijn negatief geladen hetgeen leidt tot het aantrekken van positief geladen deeltjes waardoor er een osmotische (wateraanzuigende) druk ontstaat in de nucleus pulposus (figuur 3a).<sup>32</sup> Het met water opzwellen van de nucleus wordt begrensd door de hydrostatische druk die in de nucleus ontstaat als gevolg van de weerstand die de collagene vezels van de anulus fibrosus gaan leveren door de steeds meer ruimte innemende nucleus pulposus (figuur 3b).<sup>33</sup> Het aanzuigen van water stopt dus op het moment dat er evenwicht is tussen de osmotische en de hydrostatische druk. De hypergehydrateerde staat van een gezonde nucleus maakt dat deze zo goed zichtbaar is op een T2-gewogen MRI: als een heldere witte kern in het

midden van een lumbale discus intervertebralis.<sup>34</sup> De belangrijkste functie van de nucleus pulposus is het evenredig verdelen van de drukbelasting over de kraakbenige eindplaten.<sup>31</sup> Aangezien de nucleus pulposus met name uit water bestaat, zal volgens de wet van Pascal de druk die de nucleus uitoefent op zijn omgeving, dus zowel op het binnenste deel van de anulus fibrosus als op de kraakbenige sluitplaten, overal even hoog zijn.

### Notochordale cellen

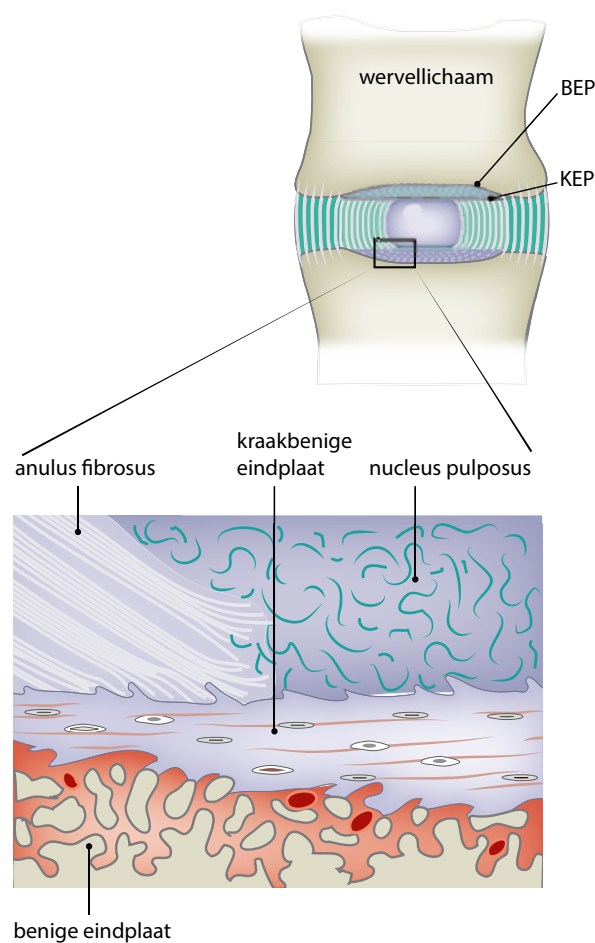
Notochordale cellen of chordacellen zijn in de embryonale ontwikkeling betrokken bij de aanleg van de neurale buis en de wervelkolom. Als de wervellichamen gevormd zijn, blijven deze cellen alleen nog aanwezig in de nucleus pulposus.<sup>12</sup> De notochordale en kraakbeenachtige cellen in de nucleus pulposus zijn sterk gespecialiseerd en overleven in een omgeving met erg weinig zuurstof.<sup>12</sup> De notochordale cellen zijn van belang voor het overleven van de kraakbeenachtige cellen.<sup>35</sup> Ze produceren namelijk allerlei groeifactoren die de proliferatie van de kraakbeenachtige cellen stimuleren. Daarnaast stimuleren ze ook de synthese van collageen type II en van aggrecan.<sup>36</sup>



## Eindplaten

Lumbale disci zijn ter hoogte van de nucleus pulposus en het binnenste deel van anulus fibrosus gescheiden van de wervellichamen door eindplaten.<sup>19,20</sup> De vezels van de buitenste anulus fibrosus zitten niet aan de eindplaten vast, maar insereren via een complexe, geometrische vervlechting direct aan het bot van het wervellichaam.<sup>19,21,37</sup>

De eindplaten bestaan uit twee lagen: de kraakbenige eindplaat (KEP) aan de kant van de discus en de benige eindplaat (BEP) aan de kant van het wervellichaam (figuur 4).<sup>19</sup> De collageene vezels van de KEP en BEP zijn volledig van elkaar gescheiden.<sup>21</sup> Tussen de KEP en BEP bevindt zich lubricin, dat behalve smerende eigenschappen ook anti-adhesieve eigenschappen heeft.<sup>38</sup> Het is blijkbaar niet de bedoeling dat de twee lagen van de eindplaat aan elkaar vastgroeien, maar dat er enige onderlinge beweging mogelijk is zonder veel wrijving.



**Figuur 4** Organisatie op weefselniveau van een eindplaat met de kraakbenige eindplaat (KEP) en de benige eindplaat (BEP). De collageene vezels van het binnenste deel van de anulus lopen mee met de collageene vezels van de kraakbenige eindplaat en hierdoor wordt de nucleus volledig omhuld. (Vrij naar Adams & Roughley, 2006.<sup>27</sup>)

## Kraakbenige eindplaat

De KEP bestaat uit hyalinen kraakbeen en is tussen de 0,1 en 1,6 mm dik.<sup>20</sup> De KEP is samengesteld uit vooral proteoglycanen, collageen type II en water (40-60% van het gewicht).<sup>19</sup> De poreusheid in het centrale deel van de KEP, ter hoogte van de nucleus pulposus, is groter dan in de perifere delen.<sup>19</sup> De collageene vezels van de KEP verlopen parallel aan het oppervlak van het wervellichaam.<sup>19</sup> De KEP is het dikst ter hoogte van het binnenste deel van de anulus fibrosus, neemt af in de richting van de nucleus en is afwezig ter hoogte van het buitenste deel van de anulus fibrosus.<sup>20</sup> De collageene vezels van de lamellen van het binnenste deel van de anulus fibrosus lopen dus mee met de collageene vezels van de KEP, terwijl de integratie van de collageene vezels van de nucleus pulposus met de KEP veel gevarieerder is (figuur 4).<sup>19,21</sup>

## Benige eindplaat

De BEP is tussen de 0,6 en 1 mm dik en perifeer dikker dan centraal (figuur 4).<sup>19</sup> De BEP wordt beschreven als semi-poreus, verdikt trabeculair bot, maar ook als corticaal bot met veel holtes.<sup>19,22</sup> Ter hoogte van de nucleus pulposus zijn er meer holtes in de BEP en deze hebben een grotere diameter waardoor er vrije passage mogelijk is van metabolieten tussen het beenmerg van de wervel en de nucleus.<sup>22</sup>

## Eindplaten als pathologisch substraat van rugpijn

Vele jaren heeft het accent van het onderzoek naar discusdegeneratie en lage rugpijn gelegen op de rol van de anulus fibrosus en de nucleus pulposus.<sup>6,39</sup> Hoewel de eindplaat wel gezien wordt als onderdeel van de discus intervertebralis, kreeg deze toch weinig aandacht.<sup>6,9,12</sup> Dat de interesse in eerste instantie gericht was op de anulus fibrosus en nucleus pulposus is te begrijpen omdat op röntgenfoto's en standaard-MRI's de eerste veranderingen in de morfologie van een discus in deze structuren zichtbaar zijn.<sup>20,40</sup> De laatste jaren is er echter steeds meer aandacht voor de eindplaten en stapelt het bewijs zich op dat de eerste degeneratieve veranderingen van een discus juist in de eindplaten optreden en dat deze verdere discusdegeneratie kunnen initiëren.<sup>7-9</sup> Recent is ook gebleken dat een eindplaat rijk is aan sensorische zenuwuiteinden en dat de innervatie van een eindplaat toeneemt als deze beschadigd is, hetgeen eindplaten een aannemelijke bron van lage rugpijn maakt.<sup>6,40,41</sup> Tevens is uit epidemiologisch onderzoek gebleken dat degeneratieve veranderingen van de kraakbenige eindplaten een onafhankelijke risicofactor zijn voor periodes van ernstige lage rugpijn.<sup>6,8</sup> Een mogelijke verklaring voor het feit dat eindplaten lange

tijd niet veel aandacht kregen, is dat de MRI die standaard gebruikt wordt in klinieken een te lichte magneet heeft om de eindplaten op de opnames te tonen en beschadiging van de eindplaten dus ook niet zichtbaar is.<sup>20,40</sup>

Hoeveel patiënten met lage rugpijn zullen er niet te horen hebben gekregen en mogelijk nog te horen krijgen dat er niets afwijkends te zien is op de MRI, met als conclusie dat er dus ook niets aan de hand is met de lage rug, terwijl hun klachten berusten op beschadiging van een eindplaat?

### Bloed- en zenuwvoorziening lumbale discus intervertebralis

De dichtstbijzijnde bloedvoorziening van de centraal gelegen cellen van een lumbale discus intervertebralis ligt op een afstand van 6 à 8 mm en dat maakt de lumbale discus intervertebralis de grootste avasculaire structuur van het menselijke lichaam.<sup>19</sup> Er zijn geen arteriën die een volwassen discus intervertebralis binnengaan.<sup>21,42</sup> De bloedvoorziening van een discus is gelimiteerd tot twee vasculaire netwerken die aan de buitenkant ervan lopen. Het eerste netwerk bestaat uit dunne vaatjes die rondom het buitenste deel van de anulus fibrosus lopen en ontspringen aan de grotere vaten die de wervellichamen van bloed voorzien. Het tweede vasculaire netwerk bevindt zich in de wervellichamen en grenst aan de BEP.<sup>19</sup> De cellen van het buitenste deel van de anulus fibrosus ontvangen hun voedingsstoffen voornamelijk via het vasculaire netwerk dat aan de buitenkant van de anulus fibrosus loopt, terwijl de cellen van de nucleus voor hun voedingsstoffen bijna volledig afhankelijk zijn van de capillairen die zich op het overgangsgebied tussen de KEP en BEP bevinden.<sup>19</sup> De uitwisseling van de voedingsstoffen kan zowel via diffusie als convectie ('fluid flow') plaatsvinden. Het laatste treedt op door dynamische belastingen. Het is niet bekend welke frequentie en mate van belastingen hiervoor het best zijn.<sup>19</sup>

De zenuwvoorziening van een gezonde discus is meestal beperkt tot de drie buitenste lamellen van de anulus fibrosus en het centrale deel van de eindplaten.<sup>19</sup> Het beenmergcompartiment van het wervellichaam dat direct tegen de BEP ligt, is eveneens geïnnerveerd, net als het periost van de wervellichamen.<sup>41</sup> De nucleus heeft dus geen zenuwvoorziening.<sup>19</sup>

De meeste zenuwen die een discus rijk is, zijn in staat nociceptieve informatie door te geven.<sup>19</sup> De zenuw- en bloedvoorziening van zowel de anulus fibrosus als de eindplaten kan sterk toenemen als er schade aan deze structuren is opgetreden.<sup>19</sup> Er wordt dan gesproken van neovascularisatie en neo-innervatie.<sup>43</sup> Het is opvallend dat als er scheurtjes (fissuren) zitten in de anulus, de nieuwe vaatjes en zenuwtakjes zich vooral daar in de buurt bevinden.<sup>37,43-46</sup>

### Functie van de discus intervertebralis

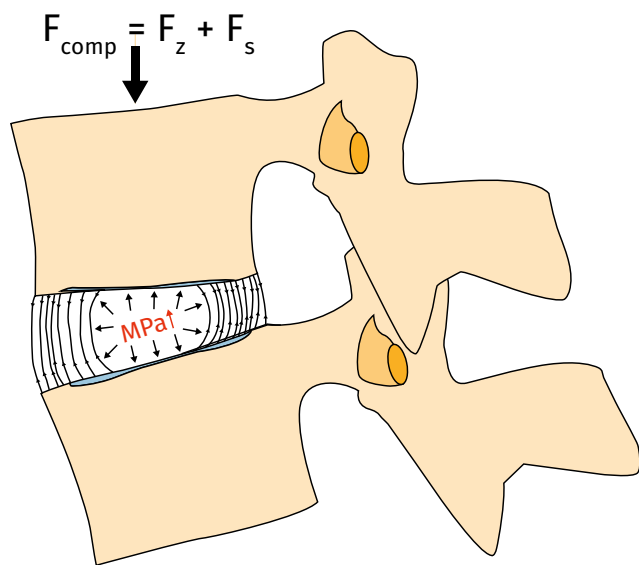
Intervertebrale disci zijn te stijf om te functioneren als efficiënte schokbrekers, maar vervormbaar genoeg om kleine bewegingen tussen wervels toe te laten en de compressiebelasting evenredig te verdelen over de aanliggende wervellichamen, ook als de wervelkolom is geflecteerd of geëxtendeerd.<sup>22</sup> Ingesloten door de anulus fibrosus gedraagt de nucleus zich als het ware als een waterbed dat de belasting via de eindplaten over de wervellichamen verdeelt.<sup>29</sup>

De compressiekrachten tussen de onderste lumbale wervels zitten in een range van 800 N bij een rechtop staande houding tot 3000 N bij actief tillen van 20 kg, ook in rechtop staande houding, waarbij de handen het gewicht 60 cm voor het lichaam houden.<sup>41</sup> Als gevolg van de compressiekrachten neemt de druk in de nucleus (intradisciale druk) toe, variërend van 0,4 MPa bij liggen tot 2,3 MPa bij het optillen van een voorwerp van 20 kg met gebogen rug en gestrekte knieën.<sup>41,47</sup> Dat de intradisciale druk in de nucleus hoger is tijdens tillen, komt doordat de eindplaten en de collageen vezels van de anulus fibrosus zich nauwelijks laten wegdrücken door de nucleus, ook al wordt deze door hogere compressiekrachten belast (figuur 5).<sup>29</sup>

De eindplaten moeten de intradisciale druk dus gelijkmatig distribueren naar de aanliggende wervellichamen.<sup>41</sup> Tijdens het belasten van de lumbale wervelkolom zorgt de optredende hoge druk in de nucleus pulposus dat de KEP gestrekt wordt als een trommelvel.<sup>41</sup> Dit voorkomt uitpuilen van de nucleus in het trabeculaire bot van de wervellichamen.<sup>41</sup> Gezien het strekken van de KEP is deze dus onderhevig aan trekkrachten. Dit maakt begrijpelijk dat de collageen vezels van de KEP parallel lopen aan het oppervlak van het wervellichaam waar het tegenaan ligt (zie figuur 4). De aanwezigheid van lubricin tussen de KEP en BEP is functioneel te begrijpen vanuit de onderlinge verplaatsing/verschuiving tussen de KEP en de BEP die optreedt als de KEP gespannen wordt tijdens het belasten van de wervelkolom.<sup>47</sup>

Een gezonde discus intervertebralis neemt bijna alle compressiekrachten op die op de lumbale wervels staan (figuur 5).<sup>48,49</sup> Dit betekent dat het grootste deel van de compressiebelasting loopt van het ene wervellichaam via de discus intervertebralis naar het volgende wervellichaam, en slechts een klein deel wordt opgenomen door de facetgewrichten en de neurale boog (dit is het gedeelte van een wervel dat zich dorsaal van het wervellichaam bevindt, exclusief de facetgewrichten).<sup>48,49</sup> Bij een gedegenereerde discus verandert dit en dan blijkt dat een groot gedeelte van de compressiebelasting, vooral in rechtop staande houding en tijdens extensie van de LWK,

via de neurale boog gaat lopen. Dit betekent dat de belasting van de discus op de wervellichamen afneemt, met als consequentie dat het bot van de wervellichamen brozer wordt waardoor ouderen veelvuldig wervelfracturen oplopen tijdens tillen.<sup>49</sup>



**Figuur 5** De zwaartekracht ( $F_z$ ) en de krachten van aangespannen spieren ( $F_s$ ) die over de wervels lopen, zorgen voor compressiekrachten ( $F_{comp}$ ) van de ene wervel op de andere wervel. Het grootste deel van deze  $F_{comp}$  loopt door de discus. De  $F_{comp}$  wil de discus in elkaar drukken, maar die drukt terug omdat de hydrostatische druk in de nucleus (MPa ↑) oploopt doordat de vezels van de anulus fibrosus veel weerstand bieden tegen de nucleus die zich naar perifeer wil verplaatsen en de wervellichamen niet indrukbaar zijn. Hoe groter de  $F_{comp}$ , hoe hoger de hydrostatische of intradiscale druk in de nucleus.

## Discusveroudering versus discusdegeneratie

In de literatuur worden discusdegeneratie en discusveroudering vaak als synoniemen gebruikt.<sup>11,50</sup> Al bij histologisch onderzoek is het lastig aan wijzen welke veranderingen van de discus bij normale veroudering horen en wanneer er sprake is van discusdegeneratie.<sup>33,50</sup> De volgende beschrijving voor het verschil hiertussen is verhelderend: discusveroudering is systemisch en treedt op in alle disci van de wervelkolom van de wat oudere populatie, terwijl discusdegeneratie niet exclusief is voor deze populatie en ook aanwezig kan zijn bij een jong persoon.<sup>33</sup> Met andere woorden: bij een jong gezond persoon is wel één gedegeneerde discus te vinden, maar nooit één discus met discusveroudering.<sup>33</sup> Naast discusveroudering en discusdegeneratie wordt er in de literatuur ook gesproken van ‘degenerative disc disease’ (DDD). Er is wel voorgesteld om deze term te

reserveren voor een gedegeneerde discus die pijnlijk is.<sup>22</sup> Maar ook dit concept wordt uiterst inconsequent gebruikt. Zo wordt er gesproken van DDD bij discusuitdroging (zichtbaar als een zwak signaal op een T2-gewogen MRI), een typische bevinding bij volwassenen zonder de aanwezigheid van klachten, maar ook bij een hernia nucleii pulposi (HNP) met radiculopathie.<sup>51</sup> Het gevolg van het voorgaande is dat er snel misverstanden tussen klinici, patiënten en wetenschappers ontstaan omdat de concepten ‘discusveroudering’, ‘discusdegeneratie’ en ‘DDD’ niet eenduidig gedefinieerd zijn.

## Epiloog

In de inleiding is al aangegeven dat geen ander onderdeel van de wervelkolom of ander musculoskeletaal weefsel in het menselijk lichaam zo dramatisch verandert met de leeftijd als de lumbale disci intervertebrales. Al in de eerste twee decennia van het leven neemt de desorganisatie van het kraakbenige deel van de eindplaten toe, met spleten en microfracturen, en na het volgroeien van het skelet, dus ongeveer vanaf het vijftiende jaar, treden er cellulaire veranderingen op in de nucleus pulposus waardoor de waterhoudendheid ervan afneemt.<sup>11,12</sup>

In de meta-analyse van Brinjikji en collega's (2015)<sup>52</sup> van 33 studies met in totaal 3110 asymptomatische individuen is goed zien dat er reeds op jonge leeftijd allerlei verouderings- en degeneratieve veranderingen van verschillende structuren van de lumbale wervelkolom optreden en dat die met het ouder worden steeds meer toenemen (tabel 1). De eerste tekenen van discusveroudering en discusdegeneratie zijn op standaard-MRI's zichtbaar in de nucleus. Maar, zoals eerder in dit artikel gesteld, is er steeds meer bewijs dat deze processen beginnen in de eindplaten, vervolgens in de nucleus en dat als laatste de anulus aan de beurt is.<sup>7-9</sup> Als discusveroudering en discusdegeneratie eenmaal begonnen zijn, is er geen weg meer terug, dan is alleen verergering mogelijk. In een volgend artikel wordt gekeken waarom dat zo is en wordt tevens verder ingegaan op de verschillen tussen discusveroudering en discusdegeneratie, en de relatie daarvan met klinische beelden. Op basis van de informatie in dit artikel zijn de volgende kernpunten te formuleren:

- op standaard MRI-beelden zijn de eindplaten niet zichtbaar;
- de eerste degeneratieve veranderingen van een discus treden op in de eindplaten;
- op standaard MRI-beelden zijn de eerste tekenen van discusveroudering en degeneratie zichtbaar in de nucleus;

**Tabel 1** Leeftijdsspecifieke prevalentie van degeneratieve bevindingen, verkregen via beeldvorming van de wervelkolom bij asymptomatische individuen. (Vrij naar Brinjikji et al., 2015.<sup>52</sup>)

Bevindingen beeldvorming	Leeftijd						
	20	30	40	50	60	70	80
Discusdegeneratie	37%	52%	68%	80%	88%	93%	96%
Afname waterhoudendheid discus	17%	33%	54%	73%	86%	94%	97%
Verlies van discushoogte	24%	34%	45%	56%	67%	76%	84%
Discus-bulging	30%	40%	50%	60%	69%	77%	84%
Discusprotrusie	29%	31%	33%	36%	38%	40%	43%
Scheuren in de anulus	19%	20%	22%	23%	25%	27%	29%
Facetdegeneratie	4%	9%	18%	32%	50%	69%	83%
Spondylolisthesis	3%	5%	8%	14%	23%	35%	50%

- degeneratieve veranderingen van de kraakbenige eindplaten zijn een onafhankelijke risicofactor voor periodes van ernstige lage rugpijn;
- een gezonde discus intervertebralis neemt bijna alle compressiekrachten op die op de lumbale wervels staan;
- bij een gedegenererde discus intervertebralis loopt een groot gedeelte van de compressiebelasting, vooral in stand en bij extensie van de LWK, via de neurale boog.

#### Relevante artikelen in het Physiosarchief

- Buijs M. Heeft veroudering effect op het adaptieve vermogen van de intervertebrale discus? *Physios* 2013;5(3):43.
- Pakvis D, Zeegers AVCM. Specifieke aandoeningen aan de wervelkolom. *Physios* 3(4):4-13.
- Engelen SJPM van, Willigenburg NW, Coenen P. De wervelkolom biomechanisch bekeken: hoe belasting kan leiden tot gebreken. *Physios* 2011;3(4):14-23.

#### Literatuur

- 1 Hoy D, Bain C, Williams G, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum.* 2012;64(6):2028-37.
- 2 Clouet J, Vinatier C, Merceron C, et al. The intervertebral disc: from pathophysiology to tissue engineering. *Jt Bone Spine.* 2009;76(6):614-8.
- 3 Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet.* 2018;391(10137):2356-67.
- 4 Staal JB, Hendriks EJM, Heijmans M, et al. KNGF-richtlijn Lage rugpijn (update klinimetric 2017). KNGF, 2013.
- 5 Meer PW van der. De rug verdient meer aandacht. *Fysiopraxis.* 2019(november):8-11.
- 6 Chen L, Battié MC, Yuan Y, et al. Lumbar vertebral endplate defects on magnetic resonance images: prevalence, distribution patterns, and associations with back pain. *Spine J.* 2020;20(3):352-60.
- 7 Määttä JH, Rade M, Freidin MB, et al. Strong association between vertebral endplate defect and Modic change in the general population. *Sci Rep.* 2018;8(1):1-8.
- 8 Munir S, Freidin MB, Rade M, et al. Endplate defect is heritable, associated with low back pain and triggers intervertebral disc degeneration: a longitudinal study from Twinsuk. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018;43(21):1496-1501.
- 9 Rade M, Määttä JH, Freidin MB, et al. Vertebral endplate defect as initiating factor in intervertebral disc degeneration; strong association between endplate defect and disc degeneration in the general population. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018;43(6):412-9.
- 10 Buckwalter JA. Spine update: aging and degeneration of the human intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(11):1307-14.
- 11 Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, et al. Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(23):2631-44.
- 12 Colombier P, Clouet J, Hamel O, et al. The lumbar intervertebral disc: from embryonic development to degeneration. *Jt Bone Spine.* 2014;81(2):125-9.
- 13 Dillon CF, Rasch EK, Gu Q, et al. Prevalence of knee osteoarthritis in the United States: arthritis data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey 1991-94. *J Rheumatol.* 2006;33(11):2271-9.
- 14 Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elb Surg.* 1999;8(4):296-9.
- 15 Minagawa H, Yamamoto N, Abe H, et al. Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: from mass-screening in one village. *J Orthop.* 2013;10(1):8-12.
- 16 Brinjikji W, Diehn FE, Jarvik JG, et al. MRI findings of disc degeneration are more prevalent in adults with low back pain than in asymptomatic controls: a systematic review and meta-analysis. *Am J Neuroradiol.* 2015;36(12):2394-9.
- 17 Cheung KMC, Karppinen J, Chan D, et al. Prevalence and pattern of lumbar magnetic resonance imaging changes in a population study of one thousand forty-three individuals. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(9):934-40.

Voor de volledige literatuurlijst wordt verwezen naar [www.physios.nl](http://www.physios.nl).