

BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
HAVO•VWO

HOOFDSTUK 4: BEWEGEN

SYMBIOSE

1

Slim leren met SYMBIOSE

Leren leren
De groene draad in de marge van je boek knoopt de belangrijkste leersuggesties voor je aan elkaar. Let er op, want doe je de goede dingen op het juiste moment, dan haal je meer uit je leer-inspanningen!

Leren doe je niet alleen. Je leert met én van elkaar, van je docent, maar ook van je klasgenoten. Wat we ook weten: niet iedereen leert op dezelfde manier. We hebben allemaal onze leervoorkeuren. Op school leer je met de groep in de klas, daarbuiten ook vaak alleen of in kleinere groepjes. Dan werk je op papier en een ander moment online. SYMBIOSE ondersteunt al deze vormen. Zo ontdek jij wat effectief is en werkt én bereik je jouw leerdoelen op de manier die het beste bij je past.

SYMBIOSE bevat natuurlijk alles wat je nodig hebt voor het vak biologie. Maar de methode doet meer voor je. Ze helpt je namelijk ook met leren. Want je wilt je leerdoelen wel op een efficiënte manier bereiken. Via de (groene) kantlijnen van het boek krijg je regelmatig tips & trucs. Die helpen je bij het maken van slimme keuzes op jouw leerroute. Dat bespaart je tijd en moeite én maakt leren gewoon veel leuker. Dit is wat je tegenkomt.

Belangrijke signalen ...

	Hier staan de leerdoelen van de paragraaf. Zo weet je wat je gaat leren. Ze sturen je verwachtingen en maken helder wat er wel en niet aan bod komt.
	De vragen in de tekst met dit ververs-teken zijn bedoeld om te checken of je voldoende voorkennis hebt om zonder problemen verder te kunnen. Als je iets niet begrijpt, dan kun je dat beter op dat moment aanpakken dan achteraf. Dat kost veel minder tijd en moeite. De docent zal ze in de les gebruiken. Online kun je dat zelf en staan er tips en feedback voor je klaar (en het juiste antwoord natuurlijk).
TAAL	Extra aandacht voor taal voorkomt verwarring en helpt bij het begrijpen van het onderwerp. In het boek doen we dit af en toe. Online zijn veel meer woorden in de theorie van uitleg en synoniemen voorzien. Die zijn tijdens het lezen via mouse overs zichtbaar.
	Online wordt de tekst ondersteund door video's en animaties. Een prima aanvulling als je moeite hebt met lezen en meer visueel bent ingesteld. Ze helpen bij het onthouden!
	Bij biologie ontmoet je veel nieuwe begrippen. Het kost veel tijd om die te leren. SYMBIOSE heeft daarom een online-begrippentrainer. Als je deze gedurende het hoofdstuk een paar keer gebruikt, heb je aan het eind minder leerwerk!
	Tabellen en schema's helpen je enorm bij het ordenen en onthouden van informatie. In SYMBIOSE kom je ze daarom veel tegen. Met mindmaps leer je echt efficiënter.
	Biologie is meer dan een schoolvak. Het gaat ook over jouw leven en je leefomgeving. Ecologisch denken, bio-weetjes en QR-links laten je de samenhang zien en ervaren.

SYMBIOSE helpt je dus vooruit met biologie én met leren. Zo ontdek je bij jezelf wat voor jou het beste werkt. En daar heb je bij andere vakken ook plezier van.

2

Boek en online

Een boek werkt goed bij het vastleggen en overbrengen van informatie. Digitale extra's als animaties, video en extra keuzemateriaal werken beter online. SYMBIOSE ondersteunt allebei en zorgt ervoor dat de voordelen van papier en digitaal benut worden. Een slimme mix met een identieke structuur zorgt ervoor dat je als leerling altijd weet wat je aan het leren bent én dat je moeiteloos kunt switchen van papier naar digitaal en andersom.

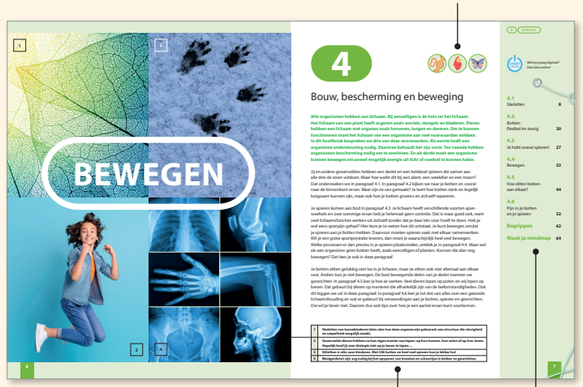
De digitale inhoud van SYMBIOSE-online

- Natuurlijk alle theorie, alle vragen en alle verwerkingsopdrachten zoals ze ook in het boek staan. De online theorie is aangevuld met taalondersteuning, video, animaties, slideshows en de digitale begrippentrainer. De online vragen en opdrachten zijn voorzien van tips, feedback en modelantwoorden. Je beschikt dus altijd over alle opties om te kunnen leren.
- Als je meer variatie zoekt, dan biedt de online omgeving volop keuze: variatie-, verdiepings- en practicumopdrachten bij elk hoofdstuk.
- Jezelf digitaal overhoren kan via de begrippentrainer, de zelftest en een online oefentoets.
- SYMBIOSE ondersteunt je ook bij het online leren. De manier waarop je leert heeft namelijk invloed op het resultaat. Leerdoelen en online feedback geven aan waar je naartoe werkt en hoe goed je dat op dat moment doet. Die inzichten vind je in je digitale dashboard. Samen met je docent bespreek je hoe je het beste verder kunt met leren. Zo kun je je leergedrag versterken. Dat scheelt tijd en moeite en helpt niet alleen bij biologie maar natuurlijk in je hele verdere leerloopbaan.

Aan de slag

Iconen tonen de biologische organisatieniveaus die hier centraal staan.

Een paragraaf begint altijd met wat je gaat leren (de leerdoelen).



Het hoofdonderwerp in prikkelende fraaie beelden.

Prikkel je nieuwsgierigheid met bijzondere feiten over dit onderwerp.

De inhoud van het hoofdstuk.



3

Samen leven, samen leren

SYMBIOSE brengt biologie en leren bij elkaar.



4



Bouw, bescherming en beweging

Alle organismen hebben een lichaam. Bij eencelligen is de hele cel het lichaam. Het lichaam van een plant heeft organen zoals wortels, stengels en bladeren. Dieren hebben een lichaam met organen zoals hersenen, longen en darmen. Om te kunnen functioneren moet het lichaam van een organisme aan veel voorwaarden voldoen. In dit hoofdstuk bespreken we drie van deze voorwaarden. Als eerste heeft een organisme ondersteuning nodig. Daarmee behoudt het zijn vorm. Ten tweede hebben organismen bescherming nodig om te overleven. En als derde moet een organisme kunnen bewegen om zoveel mogelijk energie uit licht of voedsel te kunnen halen.

Jij en andere gewervelden hebben een skelet en een heleboel spieren die samen aan alle drie de eisen voldoen. Maar hoe werkt dit bij een plant, een weekdier en een insect? Dat onderzoeken we in paragraaf 4.1. In paragraaf 4.2 kijken we naar je botten en vooral naar de binnenkant ervan. Waar zijn ze van gemaakt? Je leert hoe botten sterk en tegelijk buigzaam kunnen zijn, maar ook hoe je botten groeien en zichzelf repareren.

Je spieren komen aan bod in paragraaf 4.3. Je lichaam heeft verschillende soorten spierweefsels en over sommige ervan heb je helemaal geen controle. Dat is maar goed ook, want veel lichaamsfuncties werken uit zichzelf zonder dat je daar iets voor hoeft te doen. Heb je wel eens spierpijn gehad? Hier kom je te weten hoe dit ontstaat. Je kunt bewegen omdat je spieren aan je botten trekken. Daarvoor moeten spieren vaak met elkaar samenwerken. Wil je een grote sportprestatie leveren, dan moet je waarschijnlijk heel veel bewegen. Welke processen er dan precies in je spieren plaatsvinden, ontdek je in paragraaf 4.4. Maar wat als een organisme geen botten heeft, zoals eencelligen of planten. Kunnen die dan nog bewegen? Dat lees je ook in deze paragraaf.

Je botten zitten gelukkig niet los in je lichaam, maar ze zitten ook niet allemaal aan elkaar vast. Anders kun je niet bewegen. De best bewegende delen van je skelet noemen we gewrichten. In paragraaf 4.5 leer je hoe ze werken. Veel dieren lopen op poten en wij lopen op benen. Dat gebeurt bij dieren op manieren die afhankelijk zijn van de leefomstandigheden. Ook dit leggen we uit in deze paragraaf. In paragraaf 4.6 leer je tot slot van alles over een gezonde lichaamshouding en wat er gebeurt bij verwondingen aan je botten, spieren en gewrichten. Die wil je liever niet. Daarom dus ook tips over hoe je een aantal ervan kunt voorkomen.

1	**Skeletten van boombladeren laten zien hoe deze organen zijn gebouwd: een structuur die stevigheid en soepelheid mogelijk maakt.**
2	**Gewervelde dieren hebben zo hun eigen manier van lopen: op hun hoeven, hun zolen of op hun tenen. Hopelijk hoef jij voor biologie niet op je tenen te lopen ...**
3	**Stilzitten is niks voor kinderen. Met 206 botten en heel veel spieren kun je lekker los!**
4	**Röntgenfoto's zijn erg nuttig bij het opsporen van breuken en scheurtjes in botten en gewrichten.**

Werk je graag digitaal? Start dan online!

4.1 Skeletten **8**

4.2 Botten: flexibel én stevig **20**

4.3 Je hebt overal spieren! **27**

4.4 Bewegen **33**

4.5 Hoe zitten botten aan elkaar? **44**

4.6 Pijn in je botten en je spieren **52**

Begrippen **62**

Maak je mindmap **64**

Belangrijk: de leerdoelen van de paragraaf.

4.1 Skeletten

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Uitleggen welke functies skeletten hebben.
- → Beschrijven welke soorten skeletten organismen kunnen hebben.
- → De voor- en nadelen van inwendige en uitwendige skeletten benoemen.
- → De namen van de belangrijke botten in het menselijke skelet benoemen.
- → Uitleggen hoe skeletten van dieren aangepast zijn aan hun functie.



Ook jij hebt een skelet!

Ken je de zeeroversvlag? Het symbool met een schedel en gekruiste beenderen wordt al heel lang gebruikt om tegenstanders angst aan te jagen. Omdat na de dood en de ontbinding alleen botten overblijven, dreigde men zo met de dood. Dode botten zijn droog en breekbaar, maar jouw botten zijn springlevend, sterk en flexibel! Botten zijn de belangrijkste organen van je skelet. Omdat er zoveel verschillende organismen zijn, zijn er ook meer soorten skeletten. En die zijn niet allemaal gemaakt van botten. In deze paragraaf leer je hoe dit zit.

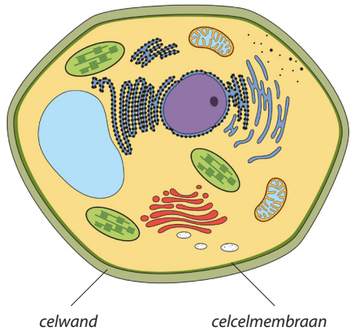
Wat is de functie van een skelet?

Het antwoord op deze vraag is heel eenvoudig: een skelet geeft ondersteuning, bescherming en het helpt bij beweging. Maar hoe dit precies werkt, kan per organisme enorm verschillen. Laten we hier eens goed naar kijken. Als het bijvoorbeeld om ondersteuning gaat, maakt het nogal uit of je een eencellige, een plant of een mens bent, om maar eens wat te noemen.

Ondersteuning door een celwand

Wat is het doel van ondersteuning? Denk eens aan water. Een hoeveelheid water heeft van zichzelf geen vaste vorm. Maar giet je dat water in een ballonnetje, dan krijgt het water wel vorm. Maar die vorm is nog niet vast genoeg: je kunt het ballonnetje indrukken en steeds van vorm laten veranderen. Er moet een harde wand omheen om een stevige vorm te krijgen.

Dit is dus een van de voordelen van een ***celwand*** bij plantencellen en bij de cellen van bacteriën en schimmels. Die celwand ondersteunt de cellen.



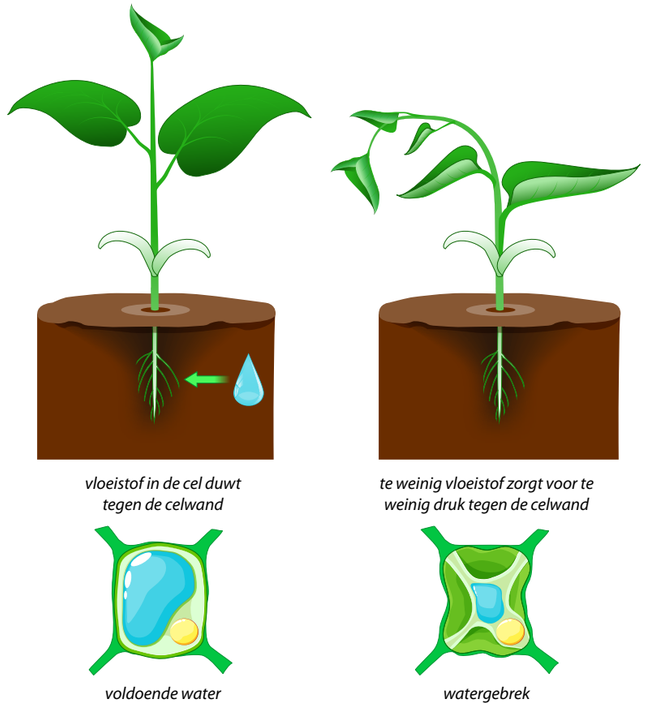
Afbeelding 4.1
Een celwand ondersteunt een plantencel. Dat is ook bij bacterie- en schimmelcellen het geval.

1 Waarvan is de celwand van plantencellen gemaakt?

Druk op de celwand

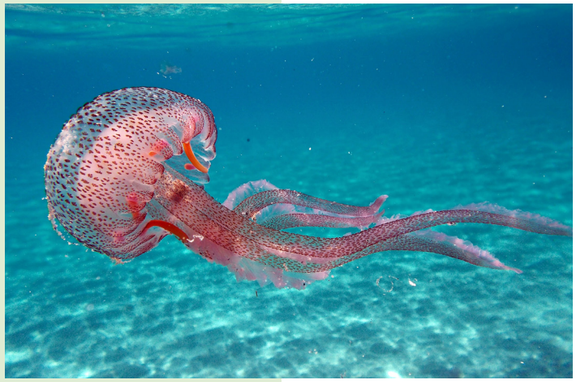
Hoe worden planten ondersteund, zodat ze rechtop kunnen staan? De tulpenstengels in deze vaas hangen erg slap. Dat komt natuurlijk omdat ze geen water hebben gekregen. De rozen hangen er ook wat slapjes bij, maar je ziet dat hun stengels nog wel rechtop staan. Tulpen en rozen worden namelijk op verschillende manieren ondersteund. Een tulp is een voorbeeld van een kruidachtige plant. Deze groep planten zijn stevig zolang ze vocht in hun cellen vasthouden. Zo'n met vocht gevulde cel duwt tegen de celwand en houdt die op spanning.





Afbeelding 4.2 **Zo werkt de turgordruk in een kruidachtige plant.**

Deze druk van de celinhoud op de celwand noemen we ***turgordruk*** (zie afbeelding 4.2).
De cellen in de stengels vormen buisjes - vaten genoemd - die zich vullen met water. Als een kruidachtige plant te weinig water krijgt, verliest ze deze ondersteuning en hangt ze slap.
De plant is dan ook vatbaarder voor ziektes en plagen.
Een roos is een houtachtige plant. Dat zijn planten waarbij de stam en de stengels verhouten. Dit hout geeft stevigheid en ondersteuning aan de plant.



Afbeelding 4.3
De lichtpaars tot donkerrode parelkwal (*Pelagia noctiluca*) kan oplichten in het donker. De neteldraden waar ze mee kan prikken, kunnen wel drie meter lang worden.

Ondersteuning door een skelet

Celwanden, vocht en hout kunnen dus ondersteuning bieden aan organismen zoals eencelligen en planten. Ook water of lichaamsvocht kan aan bepaalde dieren vorm en steun geven: dit zijn dieren met wat we noemen een ***hydroskelet***. Een hydroskelet bestaat uit een inwendige, met vloeistof gevulde holte. Kwallen en regenwormen zijn voorbeelden van organismen met een hydroskelet. Zo'n hydroskelet heeft veel voordelen. Het zorgt voor een flexibele vorm waardoor deze dieren gemakkelijk bewegen tijdens het zwemmen en graven. Ze kunnen door vreemd gevormde doorgangen kruipen en zich beter verbergen voor roofdieren. Nadeel is dat een hydroskelet alleen nuttigis in een vochtige omgeving en dat het een dier weinig kracht geeft.

2 Waarom is het hydroskelet van een kwal niet geschikt om op het land te leven?

TAAL

Het voorvoegsel 'hydro' komt uit het Grieks. Het geeft aan dat het tweede deel van het woord met water te maken heeft. Zo is hydro-elektriciteit een vorm van elektriciteit die is opgewekt door middel van waterkracht.



Afbeelding 4.4
Zonder botten ben je vormloos, net zoals dit gesmolten plastic skelet.

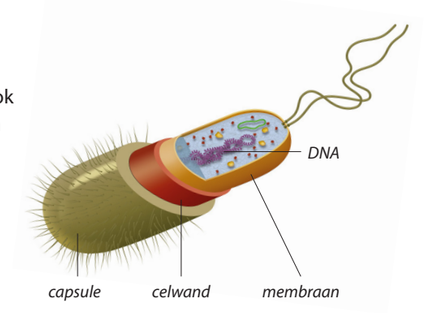
Zonder botten geen ondersteuning

Probeer je voor te stellen hoe je er zelf uit zou zien zonder de steun van je botten. Je zou een zachte, vormloze berg huid zijn met spieren en inwendige organen. Je ziet er misschien uit als een hele grote massa blubber. Niet dat je jezelf zou kunnen zien: huidplooien zouden over je ogen hangen en je uitzicht blokkeren, omdat je geen schedelbotten hebt. Je zou je huid weg kunnen duwen als je je armen zou kunnen bewegen, maar daar heb je ook botten voor nodig. Botten … gelukkig heb je ze! Je skelet is onmisbaar voor de ondersteuning van je lichaam: je kunt ermee rechtop zitten, staan en zelfs bewegen.

Bescherming door een celwand of een kapsel

Naast ondersteuning bieden skeletten ook bescherming aan het organisme. Het doel daarvan is duidelijk: zonder bescherming kunnen belangrijke organen gemakkelijk schade oplopen, waardoor het organisme misschien dood gaat.

Je weet al dat de celwand aan bepaalde cellen ondersteuning geeft, maar de celwand zorgt ook voor bescherming. Sommige bacteriën hebben rondom hun celwand een extra bescherming in de vorm van een ***capsule*** of slijmlaag: dit is een geleiachtige structuur die om de celwand van de bacterie ligt.



Afbeelding 4.5 **De capsule aan de buitenkant van een bacterie geeft haar extra bescherming.**

Bacteriën die ziekten veroorzaken, zijn hierdoor beter bestand tegen de afweercellen van mens en dier. Stoffen die de bacterie onschadelijk moeten maken, bereiken de bacteriecel minder goed door die capsule of slijmlaag. Daarnaast hechten bacteriën zich ermee op harde oppervlakken. Ze zijn daardoor moeilijker te verwijderen. Je hebt misschien wel gehoord van tandplak. Dit goedje veroorzaakt tandbederf en ontstaat doordat een slijmlaagvormende bacterie zich aan je tanden vastplakt.

Bescherming door skeletten

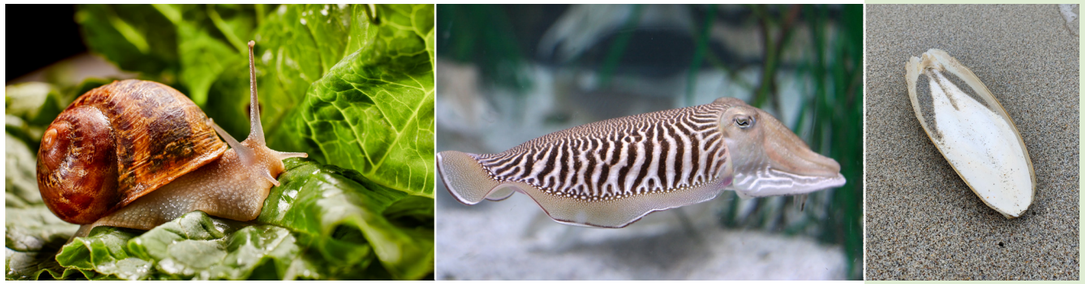
Sommige cellen hebben dus een complete celwand om zich heen. Er zijn ook groepen dieren die als bescherming een compleet skelet om zich heen hebben. Zo'n uitwendig skelet heet ook wel een ***exoskelet***. Het exoskelet beschermt het gehele inwendige van dat dier. Voorbeelden van dieren met een exoskelet zijn insecten, spinnen en schaaldieren zoals kreeften, krabben en garnalen.



Afbeelding 4.6
Vanaf links zie je de grote groene sabelsprinkhaan (*Tettigonia viridissima*), het vrouwtje van de heidewielwebspin (*Neoscona adianta*), een zwemkrab (*Scylla serrata*) en een cicade-soort (*Magicicada*) die aan het vervellen is.

Misschien denk je dat zo'n volledig beschermend exoskelet heel gunstig is. Maar het heeft ook nadelen. Een exoskelet is gemaakt van ***chitine***. Dit materiaal vormt wel een goed schild, maar het kan niet groeien. Dus als het dier groeit, groeit zijn skelet niet mee. Het moet steeds opnieuw een groter skelet maken. Hoe gebeurt dit dan? We nemen als voorbeeld een insect. Als dit insect groeit, barst het uit zijn exoskelet, zoals de cicade in afbeelding 4.6. Nadat het insect hieruit is gekropen, is het een tijdje onbeschermd. Zijn nieuwe exoskelet is nog zacht en moet eerst uitharden. Dit hele proces noemen we ***vervellen***. Bij een verwonding tijdens het vervellen kan een skelet van chitine zichzelf niet repareren en is de overlevingskans van het insect veel kleiner.
De schelpen van weekdieren zoals huisjesslakken, mossels en oesters zijn ook exoskeletten. Deze schelpen zijn gemaakt van ***kalk***.

Het vervellen van een wandelende tak.

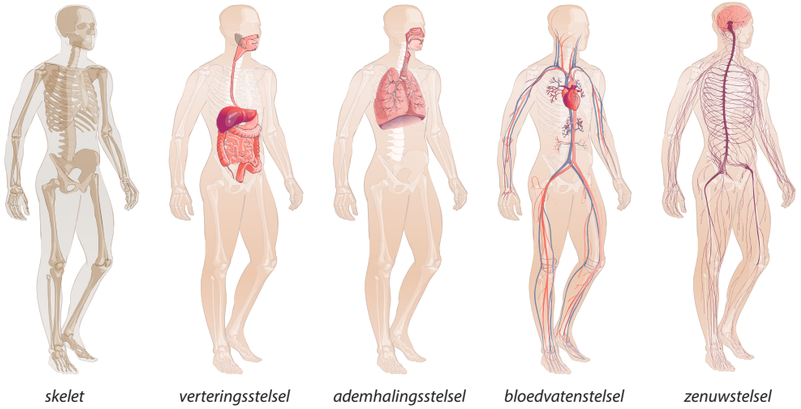


Afbeelding 4.7 **De wijngaardslak (*Helix pomatia*) wordt beschermd door zijn schelp. Hij maakt steeds meer ribbels aan zodat zijn huis meegroeit. De gewone zeekat (*Sepia officinalis*) heeft een beschermend rugschild van kalk.**

Wist je dat sommige inktvissoorten ook een schelp hebben? Zo hebben zeekatten, ook wel sepia's genaamd, een bijzondere schelp: een rugschild gemaakt van kalk. Omdat ze tot de weekdieren behoren, is dit rugschild het enige dat er van deze dieren overblijft als ze doodgaan. Op het strand vind je vaak hun aangespoelde rugschilden. Die rugschilden hangen ook wel in vogelkooien. Omdat het ruw en hard is, kunnen vogels er hun snavels goed mee vijlen.

Het inwendige skelet

Je weet al dat jouw skelet ondersteuning en vorm geeft. Je skelet geeft jou ook een zekere mate van bescherming, al is het een inwendig skelet. Zo'n inwendig skelet bij mensen en dieren heet een ***endoskelet***. Het biedt bescherming aan een aantal belangrijke organen (zie afbeelding 4.8). Je schedel omsluit en beschermt de zachte weefsels van de hersenen. De wervelkolom beschermt het zenuwweefsel van het ruggenmerg. De wervelkolom, ribben en het borstbeen beschermen samen het hart, de longen en de grote bloedvaten.



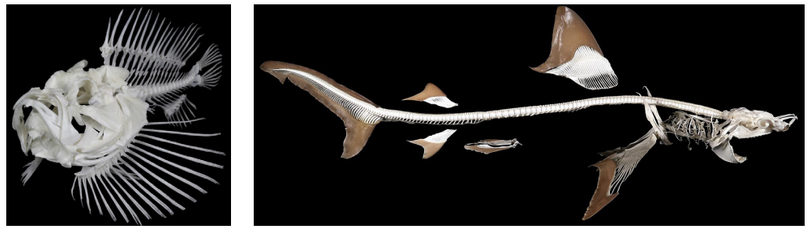
Afbeelding 4.8
Het menselijk skelet in vergelijking tot de ligging van de belangrijke organen.

3 In afbeelding 4.8 kun je zien dat een aantal orgaansystemen en organen (deels) beschermd worden door het menselijke skelet. Welke organen niet?

Bot en kraakbeen

Het endoskelet van de meeste dieren is vooral gemaakt van ***bot***, ook dat van jou. Je botten beschermen weliswaar niet je hele lichaam, maar ze groeien wel met je lichaam mee en ze kunnen zichzelf repareren. De volledige genezing van een gebroken arm duurt tussen de drie en zes maanden. Dat is best lang, maar dan heb je wel weer een sterke en bruikbare arm!

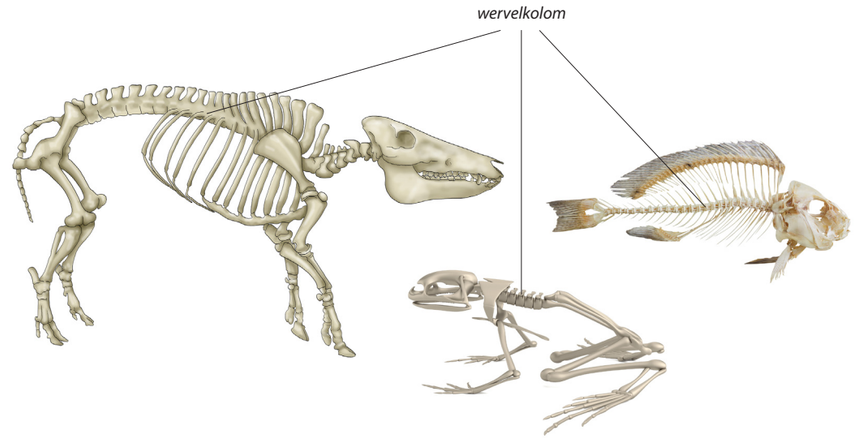
Hoewel de meeste vissen een skelet van bot hebben (de beenvissen), zijn er ook vissen met een skelet van ***kraakbeen***. Kraakbeen is heel flexibel en licht materiaal. Het maakt dat deze vissen snel kunnen zwemmen en heel wendbaar zijn zonder veel energie te verbruiken. Denk maar eens aan snelle haaien en zwevende pijlstaartroggen. Net als chitine kan kraakbeen zichzelf niet repareren. Over de functie van kraakbeen lees je meer in paragraaf 4.5.



Afbeelding 4.9 **Twee vissen en hun skelet: de linker van bot (een steenvis, *Synanceia verrucosa*) en de rechter van kraakbeen (een grootvinhaai, *Carcharinus plumbeus*). Kraakbeen is licht en soepel (voel maar aan je oor), zodat bewegen nauwelijks moeite kost.**

Gewervelde en ongewervelde dieren

Alle dieren met een endoskelet behoren tot een vrij kleine groep die we ***gewervelde*** dieren noemen. Ze heten zo, omdat ze een wervelkolom hebben, zie afbeelding 4.10. Een wervelkolom bestaat uit kleine botjes, ***wervels*** genaamd. De groepen dieren met een wervelkolom zijn de vissen, de amfibieën, de reptielen, de vogels en de zoogdieren.
Dieren zonder een wervelkolom zijn de ***ongewervelden***. Deze grote groep omvat ongeveer 95% van alle 1,5 miljoen bekende diersoorten in het dierenrijk. Dieren met een exoskelet of een hydroskelet zijn ook ongewervelde dieren.



Afbeelding 4.10
Het skelet van een varken, een kikker en een vis.

4 Welke ongewervelde dieren ken je? Noem er minstens vier.
5 Zijn dieren met een exoskelet gewerveld of ongewerveld? Leg je antwoord uit.

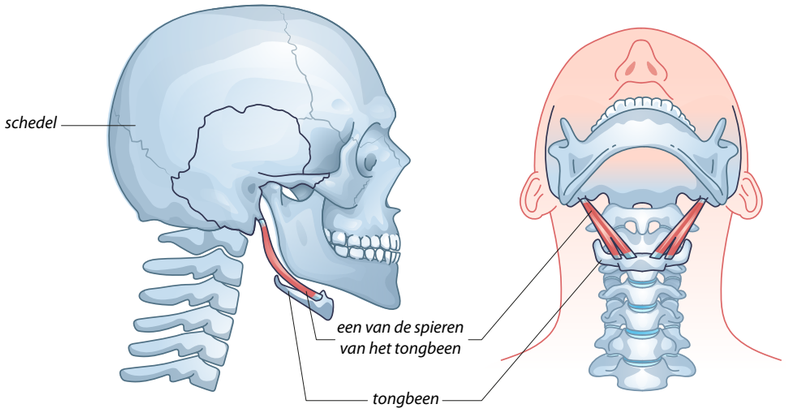
Soms zeggen mensen dat iemand 'ruggengraat moet tonen', met andere woorden dat iemand bij zijn of haar standpunt moet blijven en niet moet buigen voor de mening van een ander. Het grappige is dat een ruggengraat juist wel een beetje moet kunnen buigen, omdat je anders niet goed kunt bewegen! De Chinese uitdrukking 'Buigend riet breekt niet' klopt beter met de werkelijkheid.

TAAL

Jouw skelet

Een menselijk volwassen skelet bestaat uit 206 botten. Botten zijn organen en samen vormen ze het ***beenderenstelsel***. Bijna al je botten zijn via beenverbindingen met elkaar verbonden. Een stevig skelet is onmisbaar voor het menselijk lichaam.

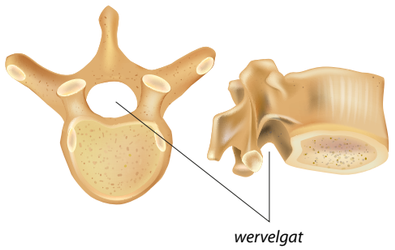
Je ***schedel*** is verreweg het stevigste bot dat je hebt. De schedel bestaat uit schedelbeenderen en aangezichtsbeenderen, zoals je jukbeenderen en kaakbeenderen. Daarnaast zit er een aantal kleine botjes verstopt in je oor (kijk maar eens vooruit in paragraaf 5.3) en heb je nog een tongbeen. Spieren die vastzitten aan je tongbeen zorgen er onder meer voor dat je kunt slikken.

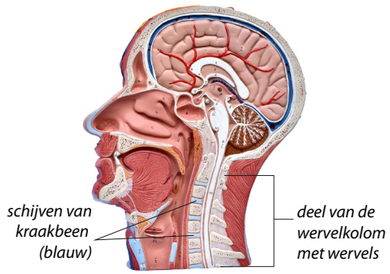


Afbeelding 4.11
Je tongbeen zit boven in je hals, onder je kaakbeen.

6 Waar in je lichaam heb jij gewrichten? Noem twee plekken.

Je borstbeen is een stevig, plat bot, waaraan een aantal ***ribben*** zijn verbonden. Je wervelkolom bestaat uit wervels verdeeld over drie delen: halswervels, borstwervels en lendenwervels. Deze laatste zitten in je onderrug. Wervels zijn samen verantwoordelijk voor de stevigheid van je hele wervelkolom. Het gewicht op elk van je wervels wordt naar beneden toe steeds groter. Je wervels worden naar beneden toe ook steeds groter om dit gewicht op te kunnen vangen. Als je goed naar één wervel kijkt, dan zie je dat deze voor het grootste deel bestaat uit een rond stuk bot. Aan elke wervel zitten een aantal uitsteeksels waar je rugspieren aan hechten.





Afbeelding 4.12
Links een ruggenwervel met het wervelgat waar het ruggenmerg en de zenuwen doorheen lopen. De totale wervelkolom van hals naar rug beschermt je ruggenmerg.

Elke wervel in je wervelkolom heeft een ***wervelgat***. Alle opeenvolgende wervelgaten van alle wervels bij elkaar vormen een soort buis: het ***wervelkanaal***. Hier doorheen loopt je ***ruggenmerg*** met zijn zenuwaftakkingen: ze maken samen de verbindingen tussen je hersenen en de rest van je lichaam (hierover meer in paragraaf 5.6). Tussen je wervels zitten schijven van kraakbeen. Die zorgen ervoor dat je ruggengraat nog een beetje soepel is.

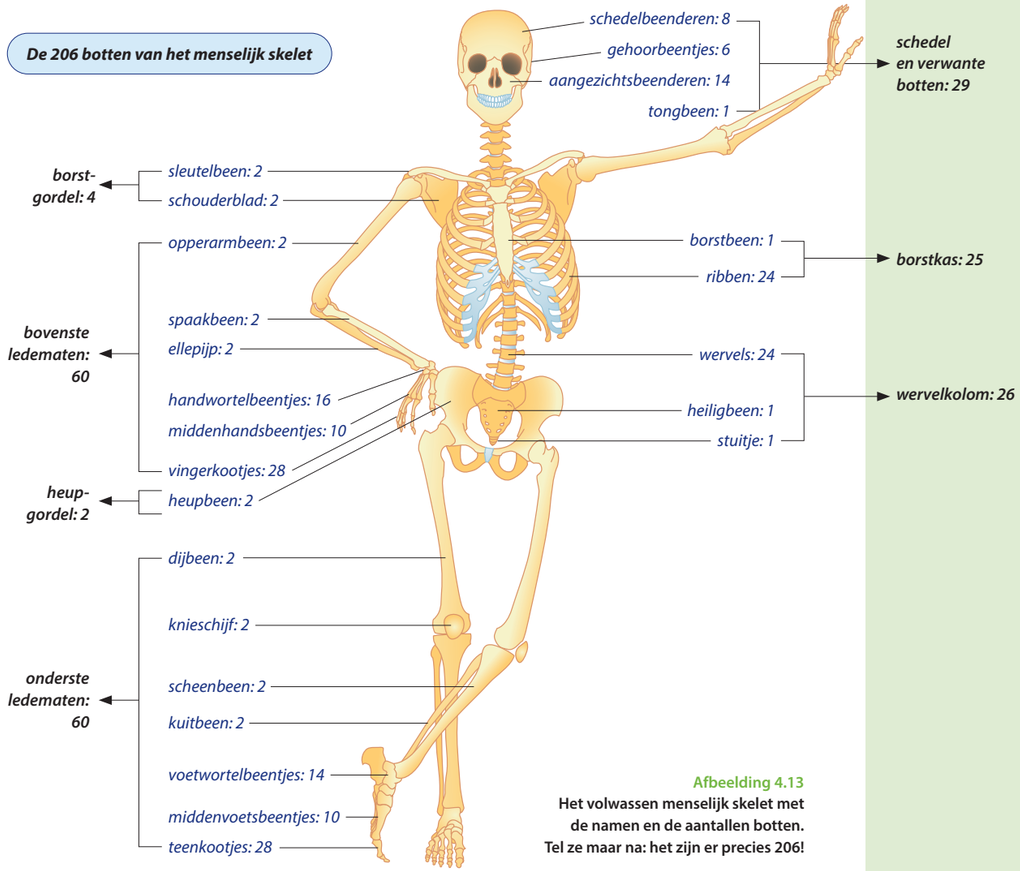
Onderaan je wervelkolom bevinden zich, naast twee heupbeenderen, ook je heiligbeen en je staartbeen. Je ledematen (je armen en je benen) zijn op vrijwel dezelfde manier opgebouwd: bovenaan één lang bot en onderaan twee lange botten. Je handen en je voeten hebben ook bijna hetzelfde bouwplan.

7 Noem nog een andere naam voor je wervelkolom.

De woorden borstkas *en* ribbenkast *betekenen hetzelfde: een beschuttend omhulsel. Net als oogkas. Kasje en* kastje *zijn in klank en betekenis gelijk geworden, ook al schrijf je ze anders.*

TAAL

In het Nederlands worden *botten* ook wel *beenderen* genoemd. En een ander woord voor bot is ook wel been. Een beetje vreemd natuurlijk, want het woord 'been' is ook de naam van een van je ledematen, een been waarmee je loopt. Zo kan het dus gebeuren dat een bot in je arm een 'armbeen' heet!



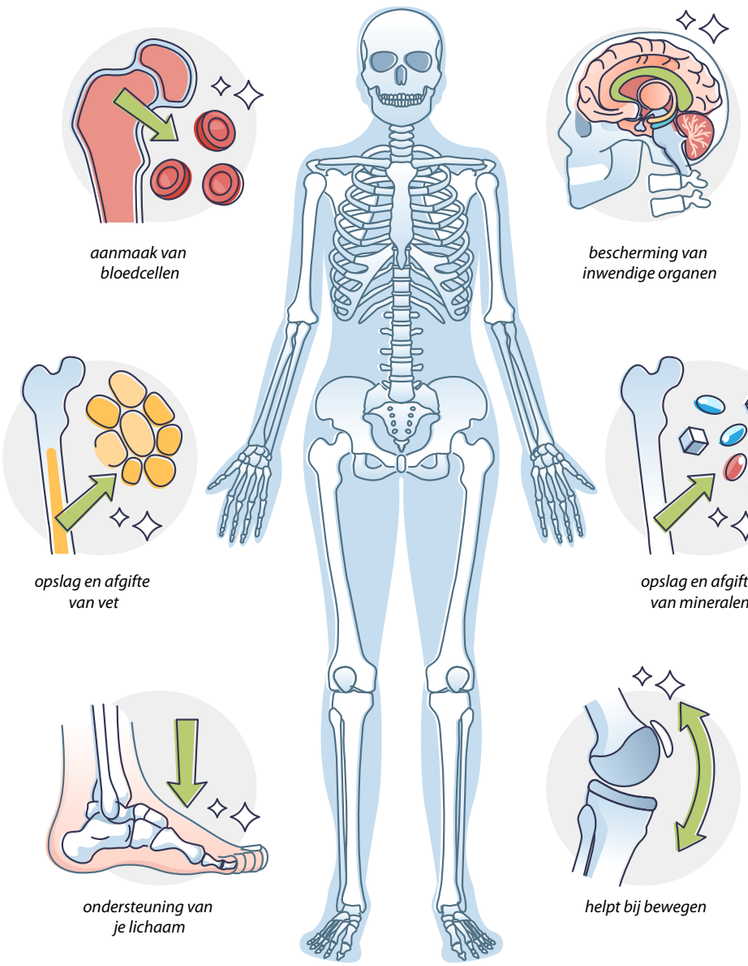
Afbeelding 4.13
Het volwassen menselijk skelet met de namen en de aantallen botten. Tel ze maar na: het zijn er precies 206!

Als baby had je veel meer botten dan nu, wel 350. Ze zijn niet ineens verdwenen, maar in je jeugd aan elkaar gegroeid. Zo bestond je opperarmbeen eerst uit maar liefst drie botten. Tijdens je groei zijn deze drie botten aan elkaar vastgegroeid tot één bot. Ook je schedel bestond eerst uit veel meer aparte botdelen, die nu aan elkaar zijn gegroeid. Eén paar botten had je als baby nog niet: je knieschijven. Ze waren er wel, maar bestonden nog helemaal uit kraakbeen. Inmiddels is dit vervangen door bot.

8 Hoeveel paar ribben heb je?

9 Wat is het verschil tussen het aantal botjes in je handen en het aantal in je voeten?

De functies van het beenderenstelsel



Afbeelding 4.14
Je skelet ondersteunt je lichaam en beschermt je organen, maar het doet nog veel meer. Aan de binnenkant van je botten worden rode bloedcellen gemaakt. Er wordt ook vet en mineralen in opgeslagen. En ten slotte helpt het je met bewegen. Over bewegen lees je hier meer.

Bewegen met een exoskelet

Een exoskelet is erg zwaar in verhouding tot het totale gewicht van een dier. Dat komt doordat een exoskelet het hele dier moet bedekken om het goed te kunnen beschermen. Als een sprinkhaan net zo groot en zwaar was als jij, dan zouden zijn spieren nooit groot of sterk genoeg zijn om te kunnen bewegen. Hij zou gewoon door zijn poten zakken. Zou jij nog overeind kunnen komen, wanneer je als ridder in een zwaar harnas op de grond lag? Omdat het materiaal waaruit exoskeletten bestaan relatief zwaar is, heeft het vooral voordelen voor kleinere dieren zoals insecten.

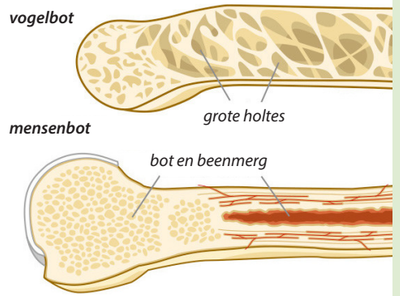


Afbeelding 4.15
De titaankever (*Titanus giganteus*) is met zijn ruim 16 cm een van de grootste insecten ter wereld. Groter kan bijna niet. Vergelijk dit maar eens met de grootste keversoort in Nederland: de geelgerande waterkever (*Dytiscus marginalis*). Die wordt niet groter dan 3,5 cm.

Bewegen met een endoskelet

Bij dieren met een endoskelet zitten de botten binnen in het lichaam. Maar dat is niet het enige, over al die botten heen liggen spieren. Als je zo'n spier aanspant, trekt het aan een bot en zo ontstaat beweging. Over hoe spieren precies werken lees je meer in paragraaf 4.3.

Skeletten van dieren met een endoskelet zijn goed aangepast aan hun omgeving en aan hun manier van bewegen. Het skelet van vogels bijvoorbeeld geeft hen massa voor stevigheid en ondersteuning, terwijl ze toch licht genoeg zijn om te kunnen vliegen. Botten van vogels bevatten inwendige holtes die zijn verbonden met extra luchtzakken. Heel lang werd gedacht dat deze holtes de vogelbotten lichter maakten, zodat vogels goed kunnen vliegen. Maar de moderne wetenschap ontdekte dat de holtes in vogelbotten en de luchtzakken bedoeld zijn om extra zuurstof op te nemen. Zo komt er dus meer zuurstof in het bloed en krijgt een vogel extra energie (ATP) om zijn gewicht in de lucht te houden. Vogels hebben dus in eerste instantie holle botten om te ademen en niet om te vliegen.



Afbeelding 4.16
Menselijke botten zijn helemaal gevuld met been en beenmerg. Vogelbotten bevatten luchtgaten met dwarsbalkjes die voor stevigheid zorgen.

Wel hol, maar niet lichter!

Wat blijkt? Holle botten maken een vogel helemaal niet lichter! Biologen ontdekten dat vogelbotten juist zwaarder zijn dan de botten van andere dieren van vergelijkbare grootte. In vergelijking tot het totale lichaamsgewicht heeft een vogel zelfs een zwaarder skelet dan een muis. Hoe kunnen holle botten nu zwaarder wegen dan gewone botten? Het antwoord daarop is dat vogelbotten van een compacter botmateriaal zijn gemaakt dan de botten van andere dieren. Deze dichtheid maakt hun holle botten zwaar, maar ook stijver en sterker om te voorkomen dat ze breken tijdens het vliegen. Uitzonderingen hierop zijn pinguïns en papegaaiduikers: zij hebben geen holle botten en geen luchtzakken. Wetenschappers denken dat deze vogels hierdoor juist weer makkelijker kunnen duiken.

10 Weet je het nog: wat is ook alweer het verband tussen zuurstof en energie?
Hint: hoe noem je die chemische reactie in je cellen?

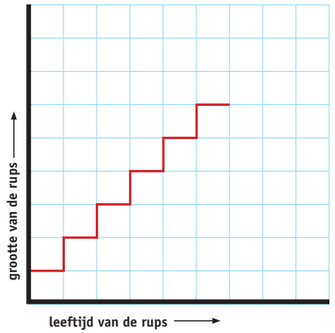
11 Leg kort uit wat voor vogels het nut is van holle botten.

4.1 Verwerkingsopdrachten

12 Welke drie functies hebben alle skeletten gemeen? 3pt

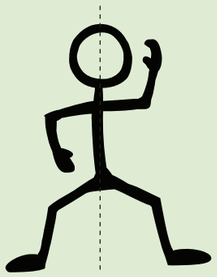
13 Geef in de tabel de verschillen aan tussen een exoskelet, een endoskelet en een hydroskelet. 3pt

exoskelet	endoskelet	hydroskelet
gemaakt van _____ of van _____	gemaakt van _____ of van _____	gemaakt van _____
bevindt zich aan de _____ kant	bevindt zich aan de _____ kant	bevindt zich in een _____



14 Een rups moet een aantal keer vervellen voordat ze volgroeid is. In de grafiek zie je een weergave van de groei van een rups. Hoeveel vervellingen heeft deze rups gehad?
Leg uit hoe je dit ziet. 2pt

15 In de grafiek bij vraag 14 zie je ook dat de rups steeds maar een korte tijd groeit.
Leg uit waarom dit zo is. 2pt



16 Stel je voor dat er een denkbeeldige lijn loopt vanaf je kruin tot aan je kruis: de middenlijn. Je armen en benen, dit zijn je ledematen, steken er links en rechts uit.
Maak in je schrift een tabel van twee kolommen en geef daarin aan welke botten zich op of rond de middenlijn van je skelet bevinden en welke bij je ledematen horen. 8pt

schouderblad – opperarmbeen – sleutelbeen – ellepijp – staartbeen – ribben – kuitbeen – spaakbeen – scheenbeen – borstbeen – heupbeen – schedel – dijbeen – tongbeen – wervelkolom – heiligbeen

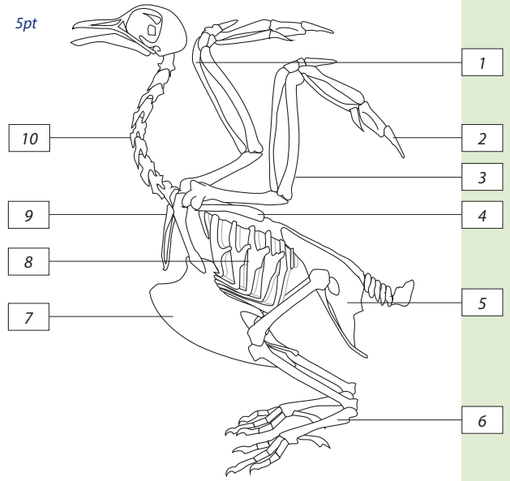
17 Noem een voordeel en een nadeel van een hydroskelet. 2pt

18 Noem een voordeel en een nadeel van een exoskelet. 2pt

19 Noem een voordeel en een nadeel van een endoskelet. 2pt

20 De overeenkomst tussen verschillende groepen gewervelde dieren is niet alleen de aanwezigheid van een wervelkolom. Meestal zijn aan de bouw van hun skeletten ook veel andere overeenkomsten te zien. Hier zie je een afbeelding van het skelet van een vogel. 5pt

Benoem de genummerde botten.



21 Ecologisch denken: chemische vervuiling bedreigt ijsbeerpenissen

Je weet waarschijnlijk al dat ijsberen leven onder een voortdurende dreiging van klimaatverandering en schadelijke stoffen die hun voedsel vergiftigen. Uit onderzoek blijkt nu ook dat vervuiling door chemische stoffen het seksleven van de beren kan beïnvloeden. Het gaat om de schadelijke stoffen die wij kennen als PCB's (polychloorbifenylen). Ze komen voor in bepaalde soorten olie en plastic, in bouwmaterialen en in bestrijdingsmiddelen met chloor.

Wetenschappers denken een verband te hebben gevonden tussen de hoeveelheid PCB's in de omgeving van de ijsberen en de sterkte van hun penisbot. Dit kan het vermogen van de ijsberen om te paren schaden. Wat is een penisbot? De meeste zoogdieren, zoals ijsberen, honden, katten, knaagdieren en de meeste mensapen hebben een penisbot. De enige zoogdiersoorten zonder penisbot zijn mensen, paarden, ezels, neushoorns, buideldieren, konijnen, walvisachtigen, olifanten en hyena's. Het penisbot zit in de buik en schuift in de penis tijdens de geslachtsgemeenschap. Als het penisbot breekbaar wordt, kan dit een negatief effect hebben op de ijsberenpopulatie.

a Welk effect zal het kleiner worden van de ijsberenpopulatie hebben op andere dier- en plantensoorten? Leg je antwoord uit. 2pt

b De Noordpool is een van de meest vervuilde plekken op aarde, ondanks het feit dat het ver verwijderd is van industriegebieden zoals die in Nederland. Hoe denk je dat de vervuiling op de Noordpool terechtkomt? 2pt



Noteer de hoofdzaken in de mindmap aan het eind van het hoofdstuk.

4.2
Botten: flexibel én stevig

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Beschrijven hoe een bot opgebouwd is.
- → Uitleggen hoe botten zichzelf repareren en groeien.
- → Verschillende botweefsels en botcellen vergelijken in bouw en functie.
- → De functie van belangrijke moleculen in het bot vergelijken.



Afbeelding 4.17
Een arts bekijkt de röntgenfoto's van een hand.

Botten zijn organen

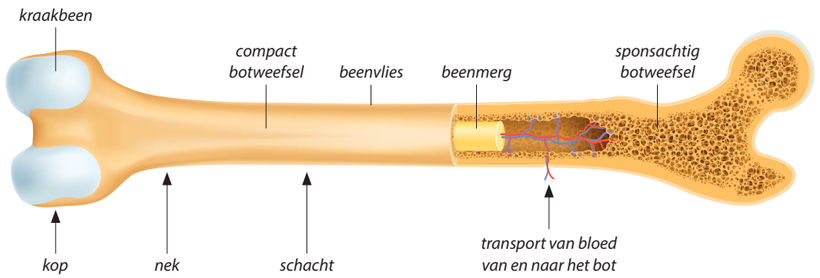
Om te bewegen maak je gebruik van twee orgaanstelsels: het spierstelsel en het beenderstelsel. Orgaanstelsels bestaan uit organen, die op hun beurt weer bestaan uit weefsels. Weefsels zijn gemaakt van cellen en cellen bevatten moleculen. Dit heb je in hoofdstuk 3 al gelezen.
Je spieren zijn de organen van je spierstelsel. Ze bestaan uit spierweefsel, dat weer is opgebouwd uit spiercellen. Botten zijn ook organen. Ze zijn gemaakt van botweefsel, botcellen en belangrijke moleculen. In het ziekenhuis kunnen ze een röntgenfoto van je botten maken. Ze kijken dan dwars door je huid- en spierweefsels heen. Wat ze hiermee niet kunnen is een kijkje nemen in je botten. En dat is wat wij in deze paragraaf wel gaan doen!

1 Welke botten herken je in deze röntgenfoto?

De bouw van een bot

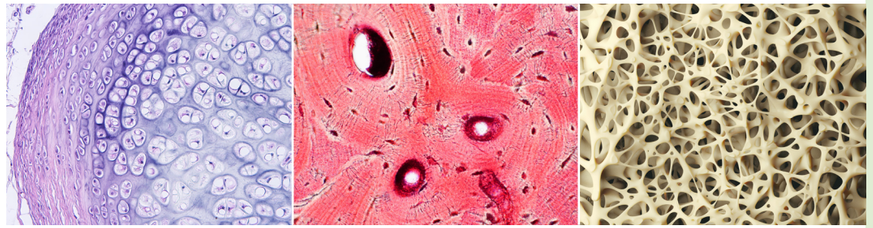
Botten hebben verschillende vormen: ze kunnen lang of kort zijn, plat of onregelmatig van vorm, groot of heel klein. Maar ze zijn allemaal gemaakt van hetzelfde materiaal. Als voorbeeld nemen we je dijbeen: het grootste bot in je lichaam. Het heeft de volgende onderdelen: kop, schacht en nek.
De kop wordt beschermd door een laag ***kraakbeen***. Kraakbeen zit op veel plaatsen in je skelet. Het is heel stevig materiaal, een beetje doorzichtig, elastisch en buigzaam. Er zit ook kraakbeen tussen je wervels en op de plaatsen waar botten gewrichten vormen, zoals bij de uiteinden van het dijbeen, zie afbeelding 4.18. Daar werkt het kraakbeen als een beschermende laag om slijtage aan het bot te voorkomen. Kraakbeen bevat geen zenuwen of bloedvaten.

2 Waarom denk je dat het prettig is dat je uitwendige oor gemaakt is van kraakbeen en niet van botweefsel?



Afbeelding 4.18
De onderdelen van een bot.

Rondom de schacht zit het ***beenvlies***. Dit is een stevig laagje dat het bot beschermt. In het beenvlies ontstaan steeds nieuwe cellen waarmee het bot zich vernieuwt. De nek van het bot verbindt de kop met de schacht. De schacht is gemaakt van ***compact botweefsel***. Dit is hard weefsel met een aantal kleine openingen waar bloedvaatjes doorheen lopen. Deze bloedvaatjes geven voeding aan het bot en verwijderen de afvalstoffen.
In de kop zit ***sponsachtig botweefsel***: dit materiaal is wat zachter en bevat heel veel kleine gaatjes. Dit maakt dat het bot minder weegt dan als het helemaal compact zou zijn. In de schacht zit ***beenmerg***. Hierin worden bloedcellen aangemaakt.



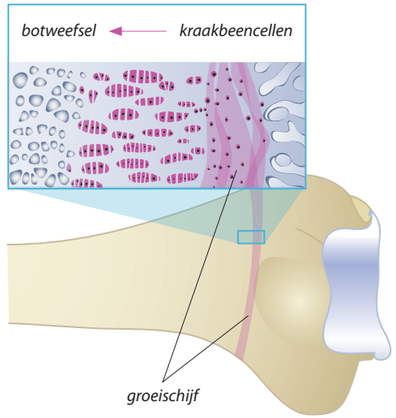
Afbeelding 4.19
Links zie je kraakbeencellen, in het midden compact botweefsel en rechts een foto van sponsachtig botweefsel.

3 Heb je wel eens een kippenbotje doormidden gebroken? Er komt dan rood 'spul' uit. Wat is dit rode 'spul' volgens jou en waarom is het rood?

4 Welke stoffen komen via het bloed naar de botcellen toe en welke worden afgevoerd?

Botgroei

Je zit nu in een levensfase waarin je botten harder groeien dan ze ooit nog zullen doen. Cellen in het beenvlies zorgen voor de diktegroei van je botten.
De lengtegroei van een bot vindt plaats in een speciale laag kraakbeen in de kop van het bot. Deze laag heet de ***groeischijf*** (zie afbeelding 4.20). De kraakbeencellen die hierin gevormd worden, maken geleidelijk plaats voor botweefsel en dit maakt het bot langer.

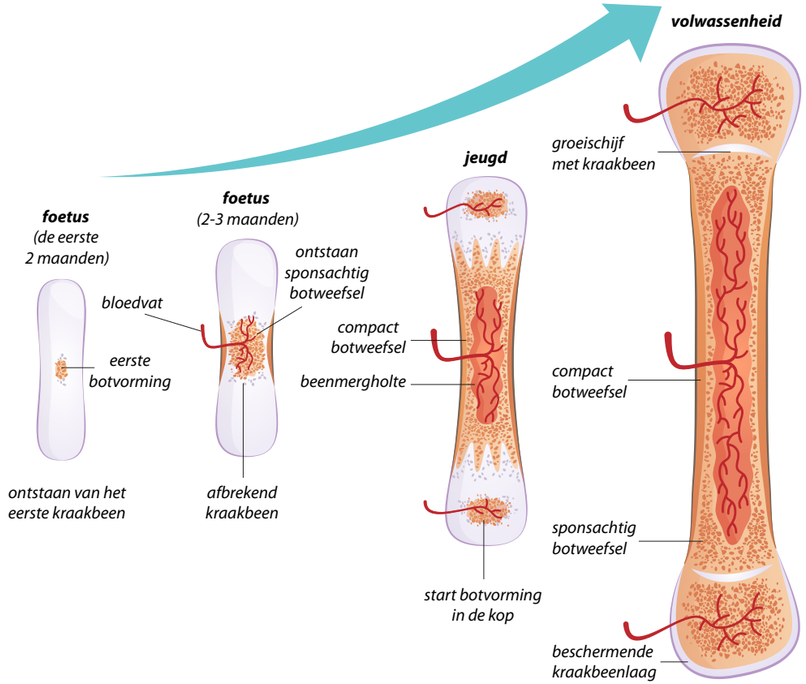


Afbeelding 4.20
Zo werkt de groeischijf: kraakbeencellen veranderen geleidelijk in botweefsel.

Tijdens je verblijf in de baarmoeder bestond vrijwel je gehele skelet uit kraakbeen. Rond deplek van de latere groeischijf, tussen de schacht en het uiteinde van een bot wordt continu kraakbeen afgebroken en door botweefsel vervangen (zie afbeelding 4.20). Dit proces gaat door tot je volwassen bent. Dan ben je uitgegroeid. Dit geldt niet voor al het kraakbeen in je lichaam. Sommige lichaamsdelen, zoals het puntje van je neus, je oorschelpen en je luchtpijp, blijven altijd van kraakbeen.

Kinderen hebben dikke groeischijven terwijl volwassenen geen groeischijven meer hebben. Artsen kunnen aan de hand van de dikte van de groeischijven de uiteindelijke lengte van iemand inschatten. Ze meten bij kinderen de groeischijf in de middenhandsbeentjes: hoe dikker de groeischijven, hoe langer het kind wordt.

Afbeelding 4.21
Het omzetten van kraakbeen in botweefsel start al voor je geboorte.



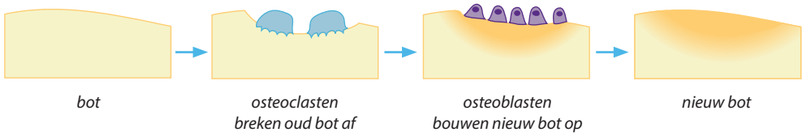
Doorgaande vernieuwing

Je skelet is niet je hele leven hetzelfde skelet. Ongeveer acht jaar na je geboorte heeft je lichaam weer een geheel nieuw skelet gebouwd! Oud botweefsel is tijdens deze periode compleet vervangen door nieuw botweefsel. En als je zestien bent, is je skelet nog een keer compleet vernieuwd. Als je tachtig bent, is je skelet minstens acht keer opnieuw opgebouwd.

Osteoclasten en osteoblasten

In het beenvlies zitten twee soorten botcellen die verantwoordelijk zijn voor het gezond houden en steeds vernieuwen van je skelet. De ***osteoclasten*** breken oud of beschadigd bot af. Ze 'schaven' stukjes van het bot af en helpen op die manier bij het veranderen van de vorm van botten. Bijvoorbeeld tijdens de groei of wanneer je intensief sport. Sporters gebruiken hun skelet namelijk op een andere manier dan niet-sporters en daar past hun skelet zich op aan. De andere botcellen bouwen juist bot op, dat zijn de ***osteoblasten***. Ze zorgen daarmee bijvoorbeeld voor het helen van botbreuken. Osteoclasten en osteoblasten werken samen, zodat de opbouw en afbraak van botten in evenwicht is (zie afbeelding 4.22).

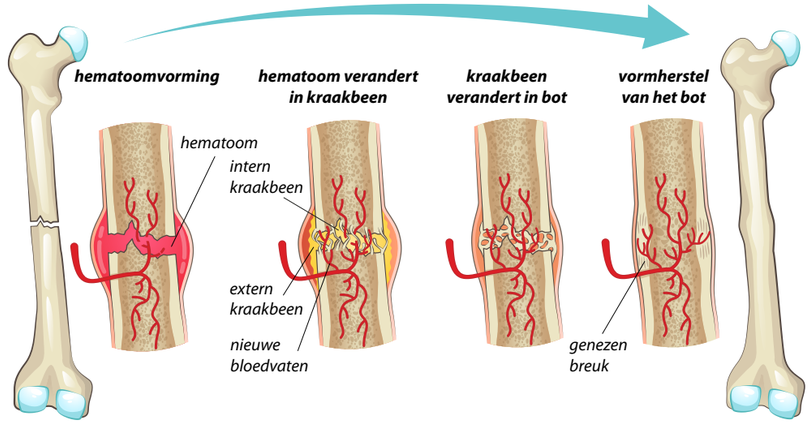
*Leren leren: ezelsbruggetjes zijn vaak nuttig. Een goede manier om de genoemde botcellen uit elkaar te houden is om te bedenken dat osteo-**b**lasten het bot op**b**ouwen en osteo**c**lasten het bot '**c**rashen', kapot maken.*



Afbeelding 4.22
Osteoclasten (de crashers, de kapotmakers) en osteoblasten (de bouwers) werken samen.

Botreparatie

Wanneer een bot breekt, scheuren veel bloedvaatjes in het gebroken bot open. Het bloed dat daarbij vrijkomt, veroorzaakt een zwelling op de plek waar het bot is gebroken. Deze zwelling wordt een ***hematoom*** genoemd. Een hematoom is dus een bloeding in en rond orgaanweefsel. Een blauwe plek is een ander voorbeeld van een hematoom. Het botweefsel aan de randen van de breuk sterft af. De osteoclasten verwijderen de dode botcellen. Maar de osteoblasten kunnen dan nog niet direct beginnen met het vormen van nieuw bot.
Een paar dagen na de breuk verandert het hematoom eerst in kraakbeen. Het kraakbeen vult de ruimte tussen de twee botdelen. Dit kraakbeen fungeert als een soort gipsverband: het houdt de botdelen bij elkaar. Na een paar weken gaan de osteoblasten aan het werk en wordt het kraakbeen vervangen door bot. Er wordt zelfs meer botweefsel gevormd dan nodig is om de breuk te genezen. Na het genezingsproces wordt het bot opnieuw gevormd naar zijn oorspronkelijke vorm en sterkte.



Afbeelding 4.23
De verschillende fasen bij de verwonding en het herstel van een gebroken dijbeen.

5 Waarom kunnen de osteoblasten niet meteen beginnen met botvorming?
6 Welke botcellen modelleren het bot opnieuw? Leg uit.

Moleculen in het bot

Compact botweefsel en sponsachtig botweefsel zijn allebei sterk en toch buigzaam. Deze twee eigenschappen krijgt het botweefsel door twee speciale moleculen: ***calciumfosfaat*** (ook wel minerale kalk genoemd) voor de stevigheid en ***collageen*** (ook wel lijmstof genoemd) voor de buigzaamheid. Deze moleculen zijn tijdens het grootste deel van je leven in balans.

Tijdens de groeifase en bij het ouder worden, verandert dit evenwicht. Kinderen hebben meer collageen en kraakbeen, maar minder calciumfosfaat. De botten van kinderen zijn daarom vrij buigzaam. Naarmate je ouder wordt, neemt de hoeveelheid calciumfosfaat toe. Daarmee worden je botten dus steviger. Dit calciumfosfaat haal je uit je voeding. Het is daarom belangrijk om kalkrijke voeding te eten, zoals groene bladgroenten, bonen en granen. Bij ouderen vinden we juist steeds minder collageen en meer calciumfosfaat in de botten. Hierdoor verliezen hun botten aan buigzaamheid en breken ze dus makkelijker.

Bekijk de animatie online.

Waaruit bestaat bot?

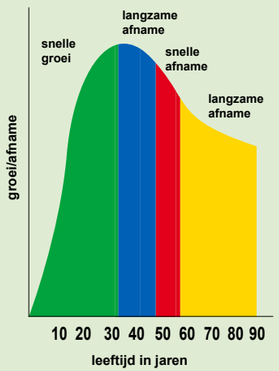
Wist je dat je van botten lijm kunt maken? Je haalt dan de collageen (lijmstof) uit de botten. Door de botten te koken krijg je een basisstof voor lijm.

7 In hoofdstuk 1 leerde je dat moleculen bij de kleinste deeltjes in je lichaam horen. Noem – naast calciumfosfaat en collageen – minstens twee moleculen die je ook in je lichaam hebt.

Is melk goed voor elk?

Je hebt misschien gehoord dat kinderen veel melk moeten drinken om sterke botten en tanden te krijgen. Er zit inderdaad ongeveer 300 mg calcium in een beker melk. Maar deze vorm van calcium kan ons lichaam nauwelijks opnemen. Bovendien kan het drinken van veel melk en andere zuivel er juist voor zorgen dat je botten kwetsbaarder worden. Dat zit zo: eiwit en fosfaat in melk zorgen namelijk voor een ongezonde verzuring in je lichaam. Maar je lichaam heeft hier wel een antwoord op: calcium! Calcium heeft als eigenschap dat het deze verzuring tegengaat. De grootste opslag van calcium in je lichaam zit - je raadt het waarschijnlijk al – in je botten, in de vorm van calciumfosfaat. Dus precies hetzelfde calcium dat jouw botten nodig hebben om sterk te blijven, wordt nu uit je botten gehaald en gebruikt om het verzurende effect van melk terug te draaien. Als calcium eenmaal uit je botten is, verlaat het je lichaam via de urine. Het verrassende eindresultaat van te veel melk is dus een calciumtekort in je lichaam. En dit kan weer leiden tot een afname van de hoeveelheid botweefsel en breekbaardere botten.
Melk drinken om te groeien is vooral goed voor baby's. Bij volwassenen leidt het drinken van melk vooral tot vormen van vetopslag, zoals 'zwembandjes' rondom je middel.

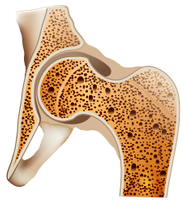
Elke zoogdiersoort heeft zijn eigen 'melkdesign', de koe ook. De samenstelling van koemelk is anders dan die van menselijke moedermelk. Moedermelk is uitstekende voeding voor menselijke baby's zoals koemelk dat is voor kalfjes.
Voor de vertering van melk heeft het lichaam een speciaal stofje nodig (lactase) om melksuiker (lactose) af te kunnen breken. Baby's hebben dit stofje uiteraard om moedermelk te kunnen verteren. Heb je wel eens buikkramp of een opgeblazen gevoel gehad na het eten of drinken van zuivel? Dat wordt ook wel lactose-intolerantie genoemd. Na je babytijd neemt de hoeveelheid lactase in je lichaam namelijk af, zodat je lactose steeds minder goed kunt verteren.



Afbeelding 4.24 De groei en de afname van de botmassa per leeftijdsklasse. Rechts is de oorzaak goed zichtbaar: het ontstaan van gaten in het sponsachtige botweefsel (rechts) waardoor de botten lichter en breekbaarder worden.



normaal bot



osteoporose

Vanaf ongeveer je vijfendertigste neemt je totale hoeveelheid botweefsel af (zie afbeelding 4.24). Je kunt dit vooral zien aan het sponsachtige botweefsel: de gaatjes hierin worden steeds groter. Hierdoor vermindert het gewicht van al je botten bij elkaar. Je botten kunnen dan makkelijker breken. Dit wordt ***osteoporose*** genoemd.

4.2 Verwerkingsopdrachten

8 Geef een korte omschrijving van deze vier botweefsels. 4pt
1 compact botweefsel, 2 sponsachtig botweefsel, 3 beenmerg, 4 beenvlies

9 De werking van osteoclasten en osteoblasten is normaal gesproken altijd in balans, behalve tijdens één fase van je leven. Tijdens welke levensfase is dat? Leg uit hoe dat zit. 2pt



10 Wat is een mogelijk gevolg als een kind precies op de groeischijf zijn bot breekt (zie de witte pijl op de röntgenfoto)? 2pt

11 Noem drie redenen waarom melk van bijvoorbeeld een koe niet echt gezond is voor mensen. 3pt

12 Geef twee redenen waarom de botten van ouderen sneller kunnen breken dan die van kinderen. 2pt

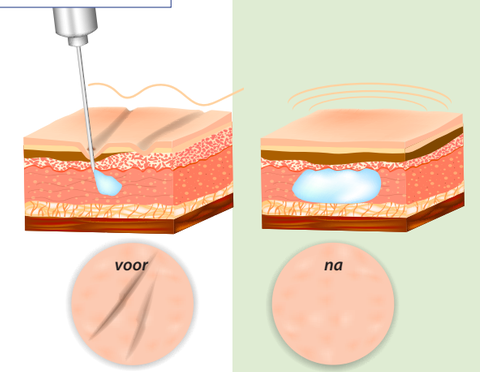
13 Als je groeit, heb je veel calciumfosfaat nodig. Maar waarom moet je als je ouder wordt nog steeds kalkrijke voeding eten? 2pt

14 Kraakbeen en collageen geven allebei buigzaamheid aan je skelet, maar dat doen ze op verschillende manieren. Neem de tabel over en noteer de verschillen door de ontbrekende woorden aan te vullen. 8pt

naam	*plaats*	*werking*
kraakbeen	*1. in lichaamsdelen zoals: _____, _____ en _____* *2. tussen: _____* *3. op plaatsen waar botten _____ vormen*	*maakt lichaamsdelen elastisch en _____* *geeft _____* *aan het bot*
collageen	*in _____ botweefsel en* *in _____ botweefsel*	*maakt _____* *buigzaam*

Een tabel helpt je om informatie te ordenen en beter te onthouden.

15 Steeds meer mensen vragen om een schoonheidsbehandeling met zogenaamde 'collageen fillers'. Daarmee willen ze hun gezicht er jonger uit laten zien, door bijvoorbeeld rimpels op te vullen (zie afbeelding). Het collageen dat hiervoor wordt gebruikt, komt van koeienbotten en wordt chemisch behandeld om het veilig en langer houdbaar te maken.
Waarom denk je dat collageen voor deze toepassing geschikt is? 2pt

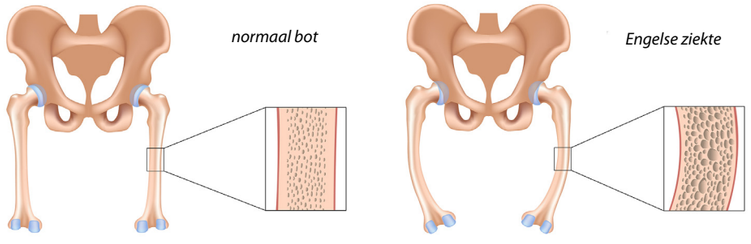




16 Ecologisch denken: de invloed van de omgeving op je botten

Wist je dat je eruitziet zoals je eruitziet door de omgeving waarin je bent opgegroeid? Natuurlijk spelen de genen die je van je ouders hebt geërfd ook een rol. Je hebt genen voor onder andere je lengte, botstructuur, haar, ogen of kuiltjes in je wangen. Maar het blijkt dat jouw omgeving – dat wat je eet, drinkt en inademt – je skelet beïnvloedt tijdens je groei en ontwikkeling. Je schedel kan kleiner uitvallen, je tanden zijn brozer of je botten zijn krommer en minder stevig als je belangrijke stoffen tekortkomt of bij blootstelling aan bepaalde gifstoffen.

Antropologen (wetenschappers die de mens en zijn cultuur bestuderen) kunnen het historisch tekort aan belangrijke stoffen in oude en moderne skeletten meten. Ze kunnen in deze skeletten ook een hele verzameling gifstoffen aantonen waaraan mensen in de loop van de tijd zijn blootgesteld. Zo kunnen ze de effecten op de ontwikkeling, de groei en de gezondheid van deze mensen nagaan.



Afbeelding 4.25

In afbeelding 4.25 zie je linksboven twee gezonde dijbeenderen. We weten dat ze gezond zijn, want ze staan mooi recht onder de heupbeenderen. Maar de dijbeenderen in het onderste plaatje hebben een andere vorm. Op de foto ernaast zie je een opgegraven dijbeen, scheenbeen en kuitbeen van een oud skelet. Het opvallende is dat de botten krom staan. Wat je hier ziet, is het gevolg van een ziekte die veroorzaakt wordt door een tekort aan een belangrijke stof: vitamine D. Vitamine D is erg belangrijk, want ze zorgt voor een optimale opname van calcium in je botten. Vitamine D-tekort ontstaat door onvoldoende blootstelling aan zonlicht en/of onvoldoende inname via voeding. Vette vis, zoals haring, makreel en zalm, bevat veel vitamine D.

Deze aandoening werd in de 19e eeuw als eerste gezien bij jonge kinderen in Engeland en werd daarom Engelse ziekte genoemd. Maar de ziekte kwam ook in Nederland voor. In die tijd werkte mensen minder op het land en steeds meer in donkere fabriekshallen. Ook kinderen, want kinderarbeid kwam veel voor. Bovendien was er veel luchtvervuiling, waardoor veel zonlicht werd tegengehouden. En mensen waren vaak te arm om voldoende gezond voedsel te kopen. Het effect hiervan is aan de botten van oude skeletten te zien: ze zijn krom en breekbaar. Mensen met Engelse ziekte hadden vaak O-benen, een scheve ruggengraat en gebitsproblemen.

a *Hoe wordt het breekbaar worden van botten ook wel genoemd?* *1pt*

b *Als je jouw omgeving en de manier van leven van jezelf en de mensen om je heen bekijkt, zou het dan kunnen dat de Engelse ziekte weer meer kan gaan voorkomen? Waarom denk je dat?* *2pt*

Je bent goed op weg in hoofdstuk 4. Oefen alvast de begrippen in de begrippentrainer, dan kun je ze straks makkelijker leren én onthouden.

Noteer de hoofdzaken in de mindmap aan het eind van het hoofdstuk.

4.3 Je hebt overal spieren!

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Uitleggen welke soorten spierweefsels jouw lichaam heeft.
- → Aangeven op welke plaatsen in je lichaam die spierweefsels voorkomen.
- → Uitleggen welke twee typen spierweefsels er zijn als je kijkt naar de controle ervan.
- → De verschillende spierweefsels vergelijken ten aanzien van bouw en functie.

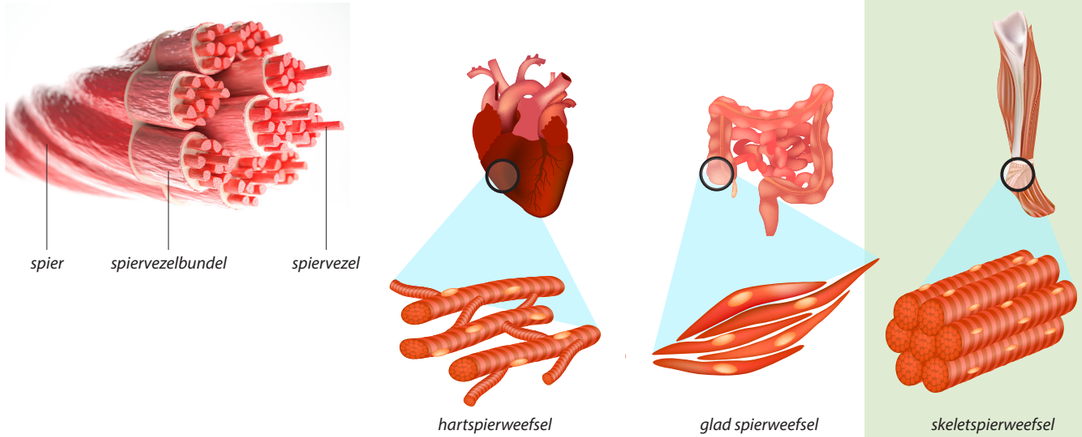
Spieren: de organen van het spierstelsel

Misschien doen spieren je vooral denken aan zwetende mensen in de sportschool die zware gewichten tillen. De meeste mensen denken dan niet aan het stukje vlees in een broodje hamburger. Toch bestaat dat stukje vlees uit spierweefsel waarmee een dier zich bewoog! De spieren die je gebruikt om te lopen of gewichten te heffen zijn niet de enige spieren in je lichaam. De wanden van je organen bestaan ook uit spieren. En je hart is een spier. Een verschil is dat je je beenspieren buigt als je dat wilt, maar over de spieren rond je organen heb je geen controle. Die werken 'als vanzelf'. Spieren zijn de organen van het spierstelsel.

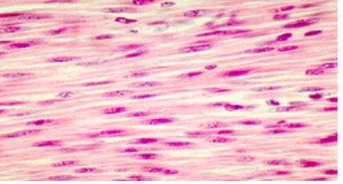


Soorten spierweefsel

Je spierstelsel bestaat uit alle spieren van je lichaam. Bijna de helft van je lichaamsmassa is spier. Een spier bestaat uit groepen ***spiervezels*** die aan elkaar zijn gebonden en samen het ***spierweefsel*** vormen. Het spierweefsel is weer opgebouwd uit spiercellen. Je hebt drie soorten spierweefsel in je lichaam. We bespreken ze alle drie.



Afbeelding 4.26 **Een spier bestaat uit meerdere bundels spiervezels. Samen vormen ze het spierweefsel en daarvan heb je drie soorten: glad spierweefsel, hartspierweefsel en skeletspierweefsel.**

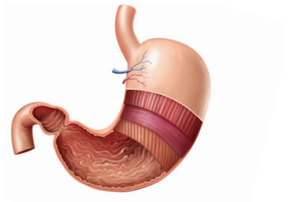


Afbeelding 4.27
Glad spierweefsel (boven) zoals het er onder een microscoop uitziet en een biologische tekening van glad spierweefsel.

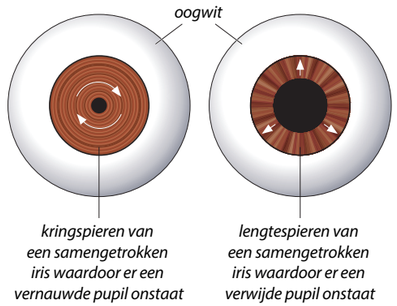
Glad spierweefsel

In de wanden van je inwendige, holle organen en in je bloedvaten vind je ***glad spierweefsel***. Glad spierweefsel is gemaakt van laagjes spiercellen die deze organen bekleden. Deze gladde spieren trekken de wand van zo'n orgaan samen. Daarmee oefenen ze druk uit op de orgaanwand. Hierna lees je waar dit onder andere voor nodig is.

In je verteringsstelsel bevatten vooral je slokdarm, je maag en je darmen veel glad spierweefsel. Deze gladde spieren duwen het voedsel door de slokdarm naar je maag. Daar kneden ze het voedsel en duwen het verder door je darmen. Dit kan allemaal, omdat gladde spieren de wanden van deze organen steeds opnieuw samenknijpen.



Afbeelding 4.28 **Meerdere lagen glad spierweefsel in de maagwand zorgen voor het kneden en verder duwen van de inhoud van je maag.**



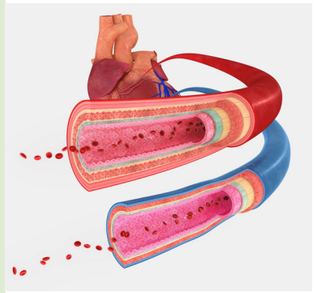
Afbeelding 4.29
De iris in je oog bevat twee soorten glad spierweefsel om de grootte van de pupil te bepalen.

Kijk eens in de ogen van de persoon naast je. Het gekleurde deel van de ogen (je iris, hier het bruine deel) bestaat ook uit glad spierweefsel. Dit regelt de grootte van je pupil, zodat er naar behoefte meer of minder licht je oog binnenkomt. Over het oog leer je meer in paragraaf 5.4.

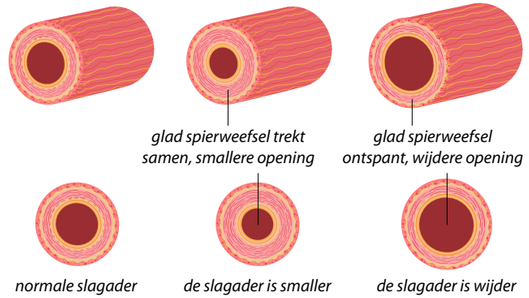
1 Je bloedvaten bevatten ook glad spierweefsel. Tot welk orgaanstelsel behoren je bloedvaten?

Gladde spieren en bloeddruk

Soms is je bloeddruk te laag. Hoe lost je lichaam dit op? Dat wordt duidelijk als je aan een tuinslang denkt. Als je de opening van een tuinslang kleiner maakt, dan loopt de waterdruk in de slang op. Als gladde spieren in de wanden van een slagader zich aanspannen, dan wordt de opening van binnen kleiner en wordt de bloeddruk hoger. Er kan dan meer bloed naar je organen stromen. Als je bloeddruk te hoog is, kunnen de gladde spieren in de wanden van je slagaders hem wijder maken door zich te ontspannen. Er ontstaat dan meer ruimte voor je bloed en daardoor neemt de bloeddruk af.



Afbeelding 4.30
Ook je bloedvaten zijn bekleed met glad spierweefsel. Het gladde spierweefsel helpt hier bij het regelen van je bloeddruk, het afstaan van overtollige warmte of bij het vasthouden van warmte.

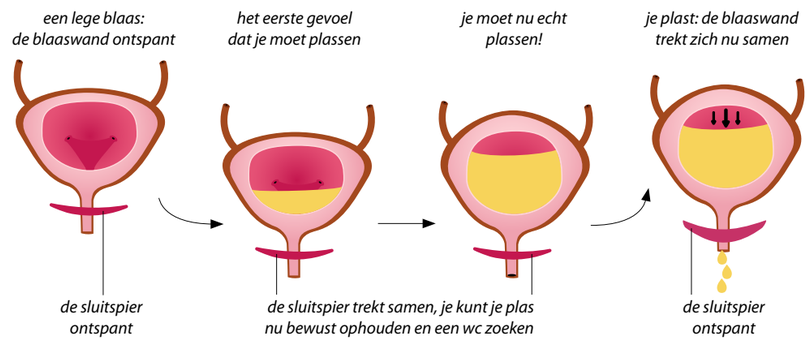


Als je het te warm hebt, worden kleine bloedvaatjes vlak onder je huidoppervlak ook wijder gemaakt. Je kunt dan meer overtollige warmte afvoeren via je huid. Maar als je het koud hebt, wil je juist zoveel mogelijk warmte vasthouden. In dat geval vernauwen je bloedvaten zich om warmteverlies te voorkomen.

Als je het te warm hebt, ga je zweten. Zweet wordt geproduceerd door de zweetklieren en gaat via de zweetporiën naar het huidoppervlak. Hier verdampt het en neemt het overtollige lichaamswarmte mee. Je lichaam gebruikt dit mechanisme ook om af te koelen.

Gladde spieren ofwel onwillekeurige spieren

Gladde spieren hebben als eigenschap dat ze niet heel sterk zijn, maar hun werk wel lang volhouden. Een gladde spier kun je niet bewust aansturen. Je hebt bijvoorbeeld geen enkele controle over wanneer en hoe lang je maag je voedsel kneedt of wanneer je blaaswand zich samentrekt of ontspant. Daarom worden gladde spieren ook wel ***onwillekeurige spieren*** genoemd.
Maar er is één uitzondering: de sluitspieren rond de uitgangen van je blaas en je endeldarm (rond je anus). Deze sluitspieren zijn weliswaar gemaakt van glad spierweefsel, zodat je blaas de urine zonder jouw hulp naar buiten kan werken, maar je kunt ze ook zelf bewust aansturen. Daardoor bepaal je het moment om naar de wc te gaan gelukkig zelf.

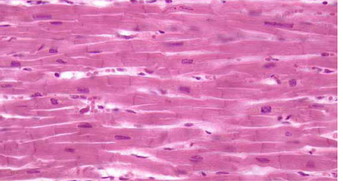


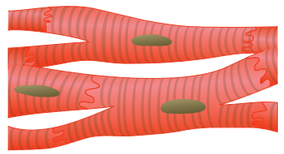
Afbeelding 4.31 **De werking van gladde spieren in je blaas.**

2 Wat zou er gebeuren als je de sluitspier rond de uitgang van je blaas niet zou kunnen controleren?

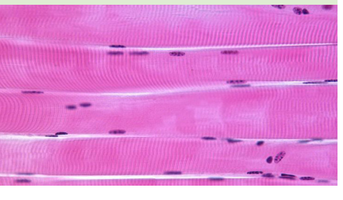
Als je het koud hebt, moet je soms rillen. Dat rillen komt door onwillekeurige samentrekkingen van je spieren. Voor spiersamentrekkingen heb je energie nodig en die halen je spiercellen uit de verbranding van glucose. Zoals je weet levert deze verbrandingsreactie ook warmte op. En die wordt weer gebruikt om je lichaam op te warmen.
Rillen is dus een goede manier om het warm te krijgen.

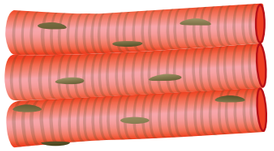
De warmte die ontstaat bij het rillen tegen de kou is het resultaat van het proces verbranding. Noteer en herhaal nog eens de reactievergelijking van verbranding. Vergeten? Lees online paragraaf 1.3 Verbranding.





Afbeelding 4.32
Hartspierweefsel (boven) zoals het er onder een microscoop uitziet en een biologische tekening van hartspierweefsel.





Afbeelding 4.33
Skeletspierweefsel (boven) zoals het er onder een microscoop uitziet en een biologische tekening van skeletspierweefsel.

Hartspierweefsel

De tweede soort spierweefsel in je lichaam is ***hartspierweefsel***. Alleen je hart is gemaakt van dit hartspierweefsel. De hartspier is ook een onwillekeurige spier die je niet bewust gebruikt. De hartspiervezels zijn met elkaar verbonden en vormen een netwerk dat de hartspier helpt om slim samen te trekken.
Hartspierweefsel heeft bijzondere eigenschappen. De hartspiercellen kunnen elektrische impulsen aan elkaar doorgeven. Je hebt deze impulsen nodig voor de regelmatige, ritmische samentrekkingen van je hart: je hartslag. Hartspierweefsel is sterk en werkt altijd, je hele leven lang!

3 Waarom is het goed dat je hartspier een onwillekeurige spier is?

Skeletspierweefsel

De derde soort spierweefsel in je lichaam is het ***skeletspierweefsel***. Dat is het sterkste van alle drie de spierweefsels. Skeletspierweefsel heeft als eigenschap dat het niet zo lang achter elkaar kan werken als glad spierweefsel of hartspierweefsel. Een skeletspier is altijd verbonden aan een bot en beweegt deze door samen te trekken. De meeste spieren in je lichaam zijn skeletspieren. Je hebt er bijna 650. Die zijn allemaal nodig om jouw 206 botten te kunnen bewegen. Je kunt de samentrekkingen van je skeletspieren bewust controleren en zelf besluiten om je arm of je been te bewegen of niet. Een spier die onder jouw bewuste controle samentrekt, noemen we een ***willekeurige spier***. Ze beweegt pas als jij dat wilt. Hoe skeletspieren werken leggen we uit in paragraaf 4.4.

Spierpijn

Bijna iedereen heeft wel eens last gehad van spierpijn. Er zijn verschillende soorten spierpijn. Een spierkramp is een plotselinge en onwillekeurige samentrekking van alle spiervezels in een skeletspier. Kramp veroorzaakt een korte, sterke pijn. Meestal ontstaan spierkrampen doordat je geen goede warming-up hebt gedaan. Zo'n warming-up zorgt ervoor dat je spieren goed doorbloed raken, zodat er meer zuurstof en voedingsstoffen naartoe gaan en de temperatuur in je spieren oploopt. Warme spieren werken sneller en beter en kunnen intensieve beweging dus beter aan. Daarmee neemt ook de kans op blessures af.



Afbeelding 4.34
Spierpijn kan ontstaan na een intensieve training of andere activiteit, bijvoorbeeld na het tillen van zware spullen. Regelmatig trainen zorgt voor dikkere en sterkere spieren.

Meestal krijg je pas na één of enkele dagen intensieve training last van spierpijn. Dit heet officieel een spierkater. Wanneer je langdurig intensief beweegt, bijvoorbeeld tijdens een krachttraining, ontstaan er microscopisch kleine scheurtjes en kleine ontstekingen in de skeletspieren die je het meest belast, zoals je arm- of beenspieren. Deze spierscheurtjes genezen na een paar dagen. De herstelde spiervezels zijn dan iets dikker dan daarvoor. Train je na een aantal dagen dezelfde spieren weer intensief, dan ontstaan opnieuw spierscheurtjes, die dan weer genezen en weer dikker worden. Door zo te trainen, krijg je uiteindelijk dikkere en sterkere spieren.

4.3 Verwerkingsopdrachten

4 Neem de tabel over en vul in: 3pt

	glad spierweefsel	*hartspierweefsel*	*skeletspierweefsel*
Waar?	*in de* _____ *van je inwendige,* _____ *en in je* _____	_____	*gehecht aan een* _____
Controle?	*willekeurig / onwillekeurig*	*willekeurig / onwillekeurig*	*willekeurig / onwillekeurig*

Een tabel helpt je om informatie te ordenen en beter te onthouden.

5 Bestaat de sluitspier van de anus uit glad spierweefsel of uit skeletspierweefsel? En is deze spier willekeurig of onwillekeurig? Leg je antwoord uit. 2pt

6 Je tong is gemaakt van spierweefsel. Is je tongspier een skeletspier of een gladde spier? Geef twee redenen voor je antwoord. 2pt

7 In de tabel staan verschillende spieren opgesomd. Behoren ze tot de willekeurige of de onwillekeurige soort spieren? Zet een kruisje op de juiste plek. 2pt

spier	*willekeurig*	*onwillekeurig*
spieren in je dunne darmwand		
kuitspier		
tong		
hart		
spieren in je luchtwegen		
bovenarmspier		
spieren in je maagwand		
anusspier		

8 Je kunt jarenlang in de sportschool trainen met gewichten en toch niet zo gespierd worden als een vriend of vriendin die precies hetzelfde trainings- en voedingsschema volgt. En dat terwijl jullie ook precies dezelfde leefstijl hebben. Best wel frustrerend! Geef hiervoor een verklaring. 3pt



9 *Bij een goed trainingsschema hoort dat je niet elke dag dezelfde spiergroepen traint. Het beste is om bijvoorbeeld de ene dag je armen te trainen en de volgende dag je benen. Zo krijgen je armspieren even rust. Waarom denk je dat die rustperiode noodzakelijk is?* 2pt

10 ***Ecologisch denken: vleesvervangers en een plantaardig dieet***

We zijn deze paragraaf gestart met het voorbeeld van een hamburger: dit stukje vlees is gemaakt van het spierweefsel van een koe. Maar tegenwoordig kun je ook hamburgers en andere vleesproducten van niet-dierlijke oorsprong kopen. Dat is fijn voor vegetariërs en veganisten. Vegetariërs zijn mensen die geen vlees of vis eten, maar wel zuivel, eieren en honing. Veganisten eten geen vlees, vis en dierlijke producten en gebruiken ook geen dierlijke producten zoals leer en wol.

Je kunt uiteraard ook het eten van vlees en vleesvervangers afwisselen. Dan ben je een zogenaamde flexitariër. Er is keuze uit allerlei soorten vleesvervangers op basis van planten, gemaakt van bijvoorbeeld soja, tarwe of zelfs gekweekt in een bioreactor. Betrokkenheid bij dierenwelzijn is voor velen een belangrijke reden om geen of weinig dierlijke producten te gebruiken. Daarbij heeft de productie van vlees en andere producten van dierlijke oorsprong, zoals zuivel en leer, ook een groot negatief effect op de opwarming van de aarde.



Heb je vlees nodig om sterk en gespierd te worden? Niet echt. Je kunt ook heel sterk en gespierd worden met een volledig plantaardig dieet. Kijk maar naar berggorilla's of olifanten: grote, gespierde dieren die geen grammetje vlees eten. Ook wij mensen kunnen heel gezond en sterk worden van het eten van bijvoorbeeld peulvruchten en bonen. Er zijn steeds meer atleten, ook Nederlandse, die met een volledig plantaardig dieet mooie sportprestaties leveren. Toch eten de meeste mensen graag een stukje vlees. Tegelijkertijd vinden we het zielig als dieren pijn lijden en willen we allemaal ook een gezond en prettig klimaat. Misschien is het dus wel tijd voor een alternatieve hamburger.

a *Misschien zou jij wat minder vlees willen eten. Of misschien ben je vegetariër of veganist. Wat is voor jou een belangrijke reden om minder of geen vlees te eten? Waarom zou je juist wel vlees willen eten? Leg je antwoord uit.* 3pt

b *Zoek op het internet informatie over het dieet van bekende vegan atleten. Waarom zijn zij veganistisch geworden? Waaruit bestaat hun voeding?* 4pt

c *Zoek op het internet hoe kweekvlees wordt gemaakt. Zou jij dit eten of geef je de voorkeur aan een stukje 'vegetarisch vlees' gemaakt van soja? Leg je antwoord uit.* 2pt



Sanne Visser is veganist en Nederlands kampioen powerlifting 2016. Ze is in staat om 210 kg van de grond te tillen. Bij powerliften noemen ze dit deadliften. In september 2015 werd ze veganist. In eerste instantie om gezondheidsredenen. Ze had lichamelijke klachten die verdwenen toen ze veganist werd. Later groeide haar compassie voor de dieren, dus nu is ze ook om die reden veganist.

Noteer de hoofdzaken in de mindmap aan het eind van het hoofdstuk.

4.4 Bewegen

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Beschrijven hoe skeletspieren zorgen voor beweging.
- → Uitleggen hoe antagonisten werken.
- → Beschrijven wat er gebeurt bij verzuring van je spieren.
- → Uitleggen wat het verschil is tussen spierkracht en uithoudingsvermogen.

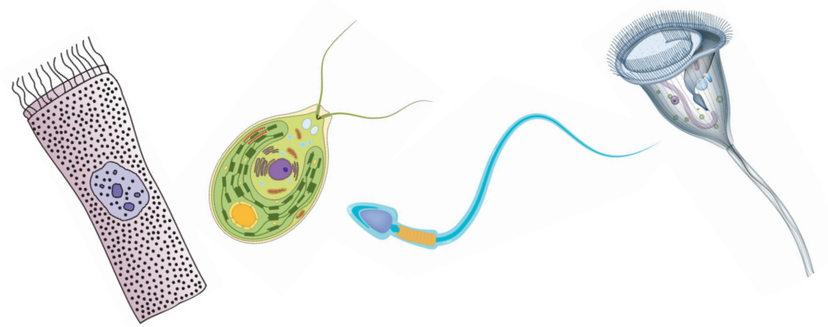
'Zit toch eens stil!' 'Zit niet achterstevoren, draai je om en pak je boeken uit je tas!' Zomaar wat uitspraken die je jouw docenten vast wel eens hoort zeggen. De ene keer mag je niet (te veel) bewegen en de andere keer moet dat juist weer wel. Soms is het gewoon moeilijk om stil te zitten. En al helemaal als je vol energie zit. Je spieren gebruiken al die energie maar al te graag om jou te laten bewegen. Maar hoe gaat bewegen precies in zijn werk?



Afbeelding 4.35
Bewegen is vaak leuker dan stilzitten toch?!

Bewegen zonder skelet

Kun je bewegen als je maar uit één cel bestaat? Zeker! Eencellige organismen (archaea, chromista en protozoa, zie paragraaf 3.1 en de voorbeelden hieronder) gebruiken trilharen of flagellen (staartvormige uitsteeksels), waarmee ze zich kunnen voortbewegen in een vloeistof. Amoeben kunnen hun cytoplasma van de ene naar de andere plek binnen de cel verplaatsen, waardoor er uitstulpingen ontstaan. Hierdoor verplaatst de amoebe zich als geheel. En spermacellen kunnen zwemmen met behulp van hun zweepstaart.



Een bewegende amoebe.

1 *Beschrijf in het kort twee eigenschappen van elk van de genoemde eencelligen: archaea, chromista en protozoa.*

De bewegende Mimosa.



Bewegende planten

Een plant kan ook bewegen. Dit doen ze meestal als gevolg van een verandering in hun omgeving waar ze gevoelig voor zijn. Zo'n verandering, door aanraking, licht of temperatuur, noemen we een prikkel. Over het waarnemen van prikkels lees je alles in hoofdstuk 5. Wanneer je de blaadjes van het kruidje-roer-mij-niet (*Mimosa pudica*) aanraakt, vouwen ze zich razendsnel dicht. Hiermee voorkomt de plant dat ze opgegeten wordt. Het is lastiger voor een herbivoor om in elkaar gevouwen blaadjes af te scheuren.

TAAL

Het woord *pudica* in het Latijn betekent zoveel als 'verlegen' of 'in elkaar krimpend'. Kruidje-roer-mij-niet wil zeggen 'kruidje raak me niet aan'. Hierin is kruidje het verkleinwoord van kruid, oftewel 'groen gewas' en betekent roeren 'aanraken' in Oudnederlands.

De venus vliegenval in actie.



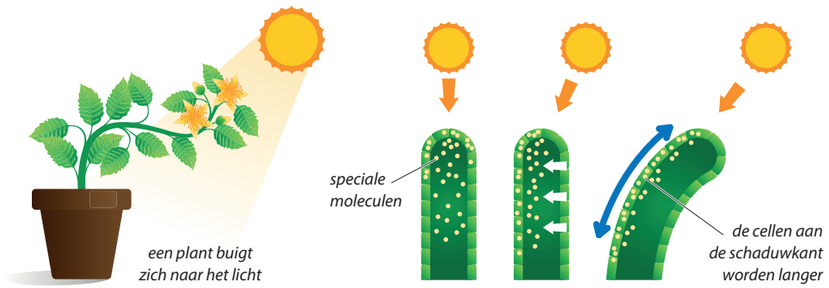
De venus vliegenval (*Dionaea muscipula*) is ook gevoelig voor aanraking. Ze heeft een bijzonder gevormd blad, dat werkt als een insectenval. Het blad heeft een soort scharnieren en produceert een zoet sap om insecten aan te trekken. Elk blad loopt uit in een gebogen rij stekels. Aan de binnenkant van het blad zitten drie of meer kleine gevoelige haartjes. Als een insect, spin of jouw vinger meer dan één van deze haren aanraakt – of dezelfde haar vaker – dan sluit de val zich direct. Doordat de stekels aan de rand in elkaar grijpen als de val sluit, kan de prooi niet meer ontsnappen.

Planten die zich op het licht richten

Aangezien planten geen spieren hebben, bewegen ze op moleculair niveau. Planten kunnen zich zo naar een lichtbron richten, die ze nodig hebben bij de fotosynthese. Misschien is je dat wel eens opgevallen aan een kamerplant in de vensterbank. De bladeren en stengel zijn de kant van het zonlicht opgegroeid. Speciale moleculen in de stengels en bladstelen van planten zorgen ervoor dat cellen aan de schaduwkant langer worden.



Afbeelding 4.36
Veel kamerplanten, zoals bijvoorbeeld deze lepelplant (*Spatiphyllum*) op de vensterbank, bewegen naar het licht toe.



Planten die op warmte reageren

Veel bloeiende planten sluiten hun bloemen als het donker wordt en openen zich weer als de zon zich opnieuw laat zien. Een weiland kan er vroeg in de ochtend helemaal groen uitzien, maar een paar uur later knalgeel vanwege de paardenbloemen die open zijn gegaan. Krokussen en akkerwinde doen dit ook. Maar de prikkel is hier niet het licht, maar de temperatuur: door de bloemblaadjes te sluiten behouden deze bloemen hun warmte. Wanneer het afkoelt gaan dus de bloemblaadjes dicht en als het warm wordt gaan ze weer open.

2 Wat weet je nog van fotosynthese? Beschrijf het kort in woorden en in een reactievergelijking.



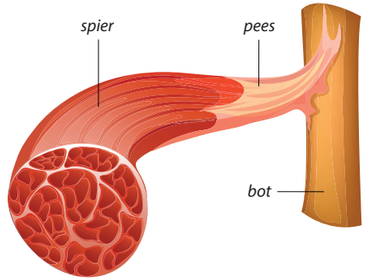
Afbeelding 4.37
Deze akkerwinde (*Convolvulus arvensis*) opent zich pas nadat de zon is opgekomen.

Bewegen met een skelet

Om te bewegen heb je spieren nodig. De spieren waarmee je jouw skelet beweegt, noem je ***skeletspieren***. Voel maar eens aan je bovenarm. De skeletspieren zitten onder de huid van je arm. Als je je onderarm op en neer beweegt, voel je dat je bovenarm dikker of juist dunner wordt. Zenuwen vanuit de hersenen geven berichten door aan een skeletspier. Afhankelijk van het signaal trekt de spier zich samen of ontspant ze zich juist. Als een spier samentrekt, dan trekt ze via een pees aan een bot. Dan beweegt dat deel van je skelet.

Een ***pees*** is een stevig, elastisch stukje weefsel dat een spier met een bot verbindt. Een voorbeeld is je achillespees. Deze pees verbindt je kuitspier met het hielbot. Pezen zitten overal waar skeletspieren aan botten vastzitten. Een pees aan een spier in je bovenarm trekt je spaakbeen omhoog. Een pees aan een spier in je onderarm trekt je hand omhoog. Vingers bevatten veel pezen, maar geen spieren. De spieren die je vingers bewegen zitten in je handpalm en in je onderarm.



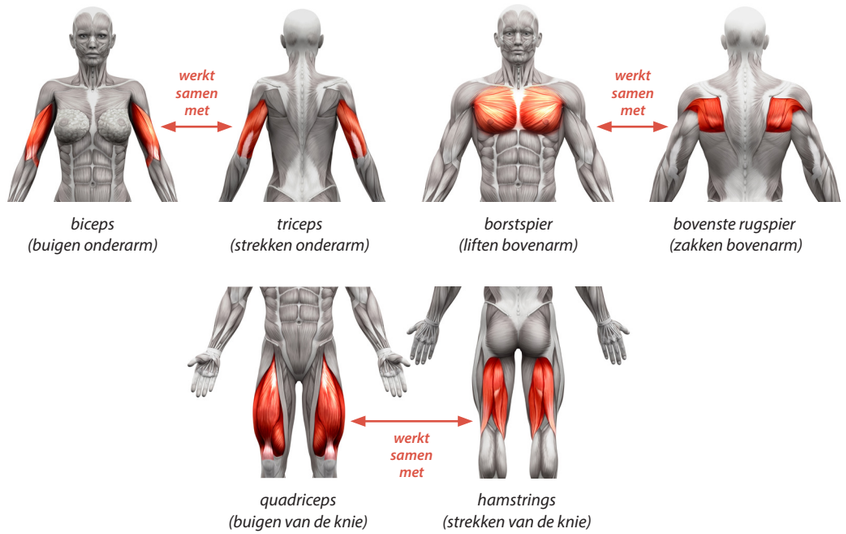


Samenwerkende spieren

Een skeletspier kan dus een bot een bepaalde kant op trekken, maar ze kan het bot niet zelf weer de andere kant op duwen voor de tegengestelde beweging. Om een heen-en-weer-beweging mogelijk te maken, werken de meeste skeletspieren in tweetallen. Deze spierparen noemen we ***antagonisten***. Eén spier heeft de taak om bijvoorbeeld een opwaartse beweging mogelijk te maken en de andere spier, de antagonist, om een neerwaartse beweging te kunnen doen. Als de ene spier samentrekt, ontspant de andere. Hier zie je een aantal voorbeelden van antagonisten.



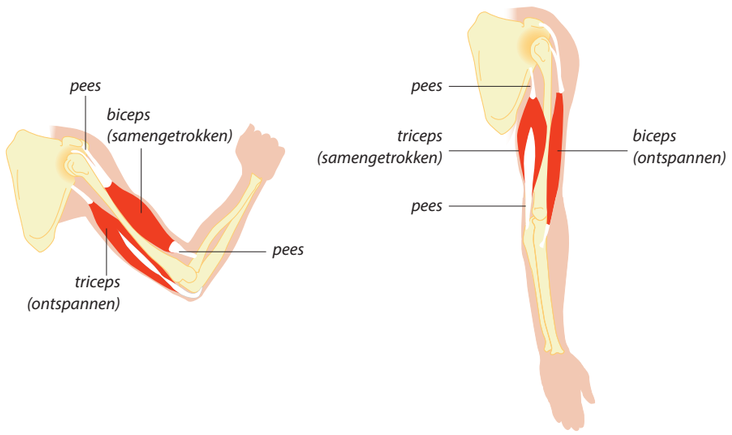
Afbeelding 4.38
In je vingers zitten botten (grijs) en pezen (wit), maar geen spieren (rood). Je handpalm bevat wel spieren.



Afbeelding 4.39
De bekendste antagonisten zijn de biceps en de triceps die samen het buigen en strekken van je onderarm regelen. Zo regelen je buikspieren en de grote rugspier samen het buigen en strekken van je romp.

Biceps en triceps

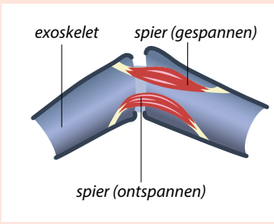
Laten we eens kijken wat er nu precies gebeurt als je je arm op en neer beweegt. Als je bijvoorbeeld je schooltas van de tafel tilt, gebeurt er van alles in je lichaam. Allereerst sturen je hersencellen een bericht naar de spieren in je bovenarm. Ze vertellen je ***bicepsspier***, die zich op de voorkant van je bovenarm arm bevindt, om zich samen te trekken. De spier op de achterkant van je bovenarm, de ***tricepsspier***, ontspant dan. Als de bicepsspier samentrekt, wordt ze korter en dikker en trekt ze aan een pees. Deze pees zit vast aan het spaakbeen in je onderarm. De bicepsspier trekt dus aan je spaakbeen en je arm buigt.
Als je daarna je arm weer wilt strekken, ontspant de bicepsspier: ze wordt weer langer en dunner. Je tricepsspier trekt zich nu samen. De tricepsspier zit met een pees vast aan je ellepijp. De tricepsspier trekt aan je ellepijp en je arm strekt zich.



Afbeelding 4.40
Zo werken de antagonisten in je bovenarm samen.

3 Waarom krijg je een 'spierbal' op je bovenarm als je je arm buigt?

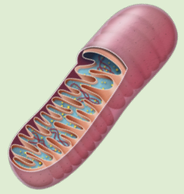
Je weet nu hoe skeletspieren onderhuids aan jouw botten trekken zodat je kunt bewegen. Maar wat nu als je skelet aan de buitenkant van je lichaam zit? Dieren met een exoskelet (insecten zoals krekels bijvoorbeeld) hebben ook skeletspieren die als antagonisten werken. Alleen zitten die vast aan de buitenkant van hun exoskelet, maar aan het inwendige oppervlak, in een holte.



Spieren en energie

Weet je nog dat ATP het energie-opslagmolecuul is in je cellen? ATP wordt in de mitochondriën geproduceerd uit de chemische energie in bijvoorbeeld suikers. Alle cellen, behalve rode bloedcellen, hebben mitochondriën. Maar ze hebben er niet allemaal evenveel. Het aantal hangt af van hoeveel energie die cellen nodig hebben voor processen zoals celdeling, groei, reparatie en om zelf als cel te kunnen functioneren. Denk bij dat laatste bijvoorbeeld aan het samentrekken en ontspannen bij spiercellen.

Cellen die veel energie nodig hebben, zoals die in skeletspierweefsel en levercellen, hebben in verhouding meer mitochondriën dan cellen die minder energie nodig hebben, zoals cellen in botweefsel. Je hartspiercellen bevatten het grootste aantal, ongeveer 5000 mitochondriën per cel. Hoe fanatieker je sport, hoe meer mitochondriën een spiercel krijgt. Deze toename gebeurt op een bijzondere manier: je cellen bouwen namelijk geen nieuwe mitochondriën op. Je krijgt meer van deze speciale organellen doordat ze zich kunnen delen, net zoals bacteriën.



De deling van een mitochondrium, een belangrijk celorganel.

4 Naast chemische energie bestaan er nog andere vormen van energie. Weet je nog welke? Noteer ze.

5 Welke van deze vormen van energie is van toepassing op spieren?

Spiercellen worden continu voorzien van ATP om te kunnen samentrekken. De ATP-productie is optimaal als voldoende zuurstof aan je spiercellen wordt geleverd. Dit gebeurt als een spier in rust is of tijdens matige activiteit, zoals wandelen of langzaam fietsen. Je ademhaling zorgt dan voor genoeg zuurstof en je hart pompt deze zuurstof rustig rond via je bloed. Maar wat gebeurt er als je lange tijd hard fietst of rent?

Bij extreme inspanning (hard tegen een berghelling op fietsen, kilometers hardlopen) heb je steeds meer zuurstof nodig om de energieproductie op gang te houden. Je ademhaling gaat steeds sneller en je hart pompt tot het uiterste om je spieren van voldoende zuurstof te geven. Maar hier zit wel een grens aan. Op een gegeven moment hebben je spiercellen te weinig zuurstof om op de 'normale' manier ATP te maken.



Afbeelding 4.41
Om hard te kunnen fietsen heb je veel ATP nodig.

Verzuring

Ook bij een tekort aan zuurstof kunnen je spiercellen nog steeds de voor jou noodzakelijke ATP maken. Maar dan wel op een andere manier: namelijk zonder zuurstof! Er is wel één nadeel: hierbij ontstaat een stof die zich ophoopt in je spieren. Daardoor kan er tijdelijk een branderig gevoel in je spieren ontstaan. Dit noemen we ***verzuring***. Je krijgt dan 'zware' armen of benen. Dit is eigenlijk een waarschuwing van je lichaam dat je aan de grens van je krachtsinspanning zit.

Om een teveel aan verzuring tegen te gaan wordt de stof die de verzuring veroorzaakt, omgezet in lactaat. Je lichaam kan, als je weer op adem bent, van dat lactaat weer glucose maken. Vroeger dacht men dat dit lactaat (ook wel 'melkzuur' genoemd) de veroorzaker was van spierpijn. Nu weten we dat het lactaat niet verantwoordelijk is voor de spierpijn die je voelt in de dagen na een zware inspanning. In paragraaf 4.3 heb je de échte reden van spierpijn leren kennen.

Het branderige gevoel in spieren bij inspanning is voor veel sporters een aanwijzing dat ze een oefening goed uitvoeren. Het geeft namelijk aan dat je de juiste spieren gebruikt en dus de correcte bewegingen uitvoert.



Afbeelding 4.42
Aan het einde van haar work-out voelt deze vrouw haar spieren behoorlijk 'branden' vanwege de verzuring.

Je kunt het herstel van je spieren stimuleren door na het sporten niet direct te stoppen met bewegen. Als je langzaam uitloopt of uitfietst, houd je je hartslag, en daarmee je bloedsomloop, goed op peil. Zo blijft er zuurstof naar je spieren gaan. Ook sportmassage helpt. Omdat het de doorbloeding van je spieren stimuleert, zorgt het voor toevoer van zuurstof en afvoer van afvalstoffen.

6 Waardoor ontstaat spierpijn echt?

Verzuring in de praktijk.

Met behulp van een stressballetje kun je zelf ontdekken hoe het proces van verzuring aanvoelt.



1 Neem een stressballetje in je hand en knijp er zo snel mogelijk 20 keer in. Laat een klasgenoot de tijd bijhouden.
2 Knijp daarna 40 keer in het stressballetje en houd de tijd bij.
3 Deel de benodigde tijd door twee. Heb je nu gemiddeld meer tijd nodig gehad?
Wat voelde je? Wat gebeurde er in je spiercellen?
4 Neem een pauze totdat je voelt dat de verzuring is verminderd. Hoe lang duurde dat?
5 Knijp nu nogmaals 20 keer in het stressballetje en neem de tijd op. Is je tijd verbeterd? Hoe komt dit?

Kracht en uithoudingsvermogen

Wat vind jij belangrijker: spierkracht of uithoudingsvermogen? Wat is het verschil eigenlijk? Spierkracht maakt dat je tijdens een korte tijd een maximale hoeveelheid kracht kunt uitoefenen. Denk bijvoorbeeld aan het tillen van een tas bomvol dikke schoolboeken. Spieruithoudingsvermogen is het vermogen om een beweging voor een langere tijd steeds opnieuw te doen zonder moe te worden. In de sportschool is dat misschien 50 squats achter elkaar, bewegend op een ritme.

Doe de test!

Hoeveel spieruithoudingsvermogen heb je?



Je kunt dit op de volgende manier testen:
1 Sta rechtop met je benen wijd, even-wijdig aan je schouders. Je voeten wijzen vooruit.
2 Buig door je knieën, net alsof je op een stoel wilt gaan zitten. Houd je armen gebogen voor je. Je doet nu een squat (sta dus niet teveel rechtop). Blijf in deze houding!
3 Een klasgenoot start een stopwatch, bijvoorbeeld op je telefoon.
- Na hoeveel minuten voel je voor het eerst een brandend gevoel in je benen? Je spiercellen produceren nu ATP zonder zuurstof!
- En na hoeveel minuten moet je stoppen met je squat? Er is nu te veel verzuring in je spieren. Het opgebouwde zuur werkt als een waarschuwingssignaal, zodat je stopt voordat de inspanning te groot wordt!

Verschillende spiervezels

Wist je dat sprinters en marathonlopers andere soorten spieren hebben? Dat komt doordat er in hun skeletspieren andere soorten spiervezels zitten. Deze soorten spiervezels zijn aangeboren en er zijn twee soorten van: ***witte spiervezels*** en ***rode spiervezels***.



De witte spiervezels trekken sneller samen dan de rode, maar ze worden ook eerder moe. In een korte tijd kunnen ze een flinke krachtsexplosie geven. Sprinters hebben vooral veel witte spiervezels in hun skeletspieren. Rode spiervezels kunnen zich tijdens een langere tijd steeds opnieuw samentrekken zonder moe te worden. Die houden het langer vol. Marathonlopers beschikken dan ook over veel rode spiervezels in hun skeletspieren.

7 Welke spiervezels heb je nodig voor spierkracht? En welke voor uithoudingsvermogen?

Oefen nog eens de begrippen bij hoofdstuk 4. Door ze in de begrippentrainer regelmatig door te lopen, kun je ze straks makkelijker leren én onthouden.

4.4 Verwerkingsopdrachten

8 *Vul de ontbrekende woorden in. Gebruik deze woorden:* 5pt
spier – ontspant – duwen – biceps – samentrekt – bot – langer – korter – trekken – triceps

Spieren worden _____ als ze samentrekken. Ze worden _____ als ze ontspannen. Spieren kunnen alleen _____, ze kunnen niet _____. Dus elke _____ kan een _____ maar in één richting bewegen. De bicepsspier in je arm werkt samen met je tricepsspier. Wanneer je _____-spier samentrekt en je _____-spier ontspant, strek je je arm. En wanneer je bicepsspier _____ en je tricepsspier _____, buig je je arm.

9 *In deze afbeelding zie je de spieren in je arm en in een deel van je nek en je schouder. De witte delen zijn de pezen en de donkere delen zijn de spieren. Schrijf in je schrift of omcirkel het juiste antwoord in de volgende drie zinnen.* 2pt



a *De spieren die je bovenarm bewegen bevinden zich in je …*

hand / onderarm / bovenarm / schouder.

b *De spieren die je onderarm bewegen bevinden zich in je …*

hand / onderarm / bovenarm / schouder.

c *De spieren die je vingers bewegen bevinden zich in je …*

hand / onderarm / bovenarm / schouder.

10 *In de afbeelding staan de namen van enkele spiergroepen in je dij.* 1pt

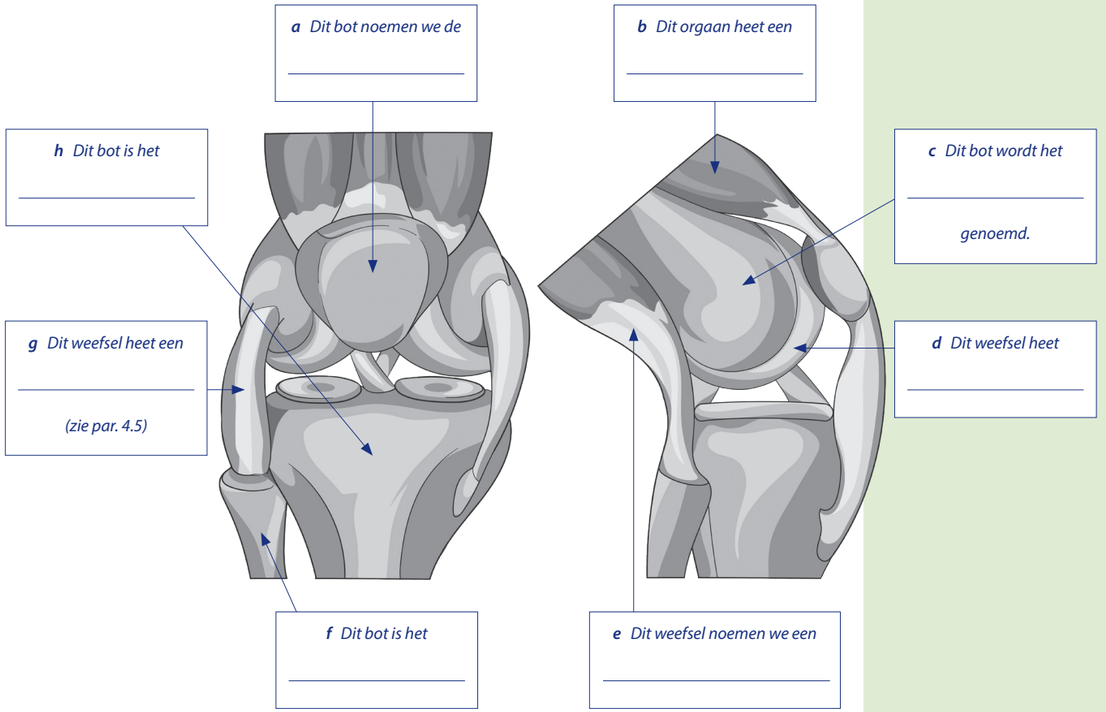
Welke spiergroep is verantwoordelijk voor het buigen van de knie van een voetballer, vlak voordat hij/zij tegen een voetbal trapt?

A de gluteus maximus
B de hamstring
C de quadriceps



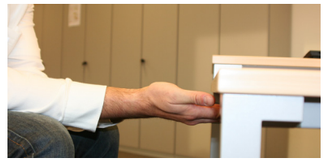
11 *Je ziet hier het kniegewricht van de voorkant (links) en van de zijkant (rechts).* 8pt

Vul in de tekstvakken de juiste namen in.



12 *Welke soort spiervezels denk je dat gewichtheffers voornamelijk hebben? En zwemmers die gespecialiseerd zijn op de 400 meter? Leg je antwoord uit.* 2pt

13 *Duw de onderkant van je tafel een beetje omhoog, zoals in het plaatje.* 4pt



a *Hoe voelt je biceps? Hard of zacht? Leg uit waarom dit zo is.*
b *Hoe voelt tegelijkertijd je triceps? Hard of zacht? Leg uit waarom dit zo is.*

Duw nu met de bovenkant van je hand tegen je tafelblad, zoals in het plaatje.



c *Hoe voelt je biceps? Hard of zacht? Leg uit waarom dit zo is.*
d *Hoe voelt tegelijkertijd je triceps? Hard of zacht? Leg uit waarom dit zo is.*

14 *Sommige cellen hebben meer mitochondriën dan andere cellen. Zet de volgende soorten cellen in de juiste volgorde: van minder naar meer mitochondriën.* *3pt*

hartspiercel – beenmergcel (deelt zich snel) – huidcel – skeletspiercel – gladde spiercel

15 *Wilde kalkoenen hebben meer rood vlees dan wit vlees vergeleken met tamme kalkoenen op een boerderij. Waarom kunnen wilde kalkoenen over grotere afstanden lopen en vliegen dan tamme kalkoenen?* *2pt*





16 *Bestudeer de gegevens in de tabel.*

soort skeletspier	*functie*	*percentage rode spiervezels*
beenspier	*optillen van je voet*	*87 %*
beenspier	*je been buigen*	*67 %*
schouderspier	*je arm omhoog doen*	*52 %*
nekspier	*je hoofd bewegen*	*35 %*
gezichtsspier	*je ooglid sluiten*	*15 %*

a *Waarom denk je dat de beenspier die je voet optilt veel meer rode spiervezels heeft dan een gezichtsspier die je ooglid sluit?* *2pt*

b *Neem de tabel hieronder over en vul verder in. Zet ze in de volgorde van de hoeveelheid rode spiervezels.* *3pt*

soort skeletspier	*functie*	*rode spiervezels*
		het meest
		ongeveer evenveel rode als witte
		het minst

17 Ecologisch denken: botulisme

In onze wereld is alles met elkaar verbonden. Dit zie je bijvoorbeeld goed aan de invloed van klimaatverandering op het ontstaan en de verspreiding van ziektes. We hebben allemaal water nodig om te overleven. Sommige dieren, zoals de meerkoet, brengen bijna hun hele leven op het water door. Daar eten en slapen ze en brengen ze hun jongen groot. Aquatische ecosystemen behoren tot de kwetsbaarste ecosystemen als het gaat om de gevolgen van klimaatverandering. En dat geldt dus ook voor de dieren die er wonen.

De zomers worden in Nederland gemiddeld steeds warmer. De bacteriesoort Clostridium botulinum *leeft in water en in de bodem. Vooral tijdens lange, warme zomers en onder zuurstofarme omstandigheden produceert deze bacterie een aantal heel krachtige en snelwerkende gifstoffen.*



Die gifstoffen tasten het zenuwstelsel aan en veroorzaken verlammingsverschijnselen. De ziekte heet botulisme. Als de meerkoet – na het drinken van het vieze water - besmet raakt met botulisme, verzwakt hij. Hij kan daardoor zijn kop steeds lastiger boven water houden, waardoor hij kan verdrinken. Of hij raakt de controle over zijn ademhalingsspieren (de spieren tussen de ribben) kwijt en sterft aan verstikking. Uiteindelijk zinkt hij en hij begint te rotten. Vliegenlarven op het dode lichaam nemen de gifstoffen op en watervogels die de larven eten krijgen zo de gifstoffen binnen. De gifstoffen komen opnieuw in het water terecht en maken vissen en watervogels opnieuw ziek. Uiteindelijk kan dit leiden tot massale vogel- en vissterfte. Helaas komt botulisme door de klimaatverandering steeds vaker voor.

a *Waar denk je dat de spieren zitten die het hoofd van de meerkoet boven water houden?* *1pt*

b *Uit welke soort spierweefsel bestaan de ademhalingsspieren?* *1pt*

c *Leg uit waarom de aantasting van het zenuwstelsel een effect heeft op het spierstelsel en verlammingsverschijnselen veroorzaakt.* *2pt*

d *Noem twee manieren waarop watervogels besmet kunnen raken met de gifstoffen van de* Clostridium botulinum-*bacterie.* *2pt*

Als er in een natuurgebied botulisme is ontdekt, komen er waarschuwingsborden te staan langs de oevers van de meren of rivieren. Je mag namelijk beslist niet in dit water vissen of zwemmen! Botulisme kan ook bij andere dieren voorkomen, zoals kippen, paarden en runderen. In Nederland komen jaarlijks enkele gevallen voor van botulisme bij rundvee. De dieren krijgen de ziekte meestal via besmet voer.



Pas op: botulisme!

e *Botulisme ontstaat meestal in warm, stilstaand water. Wat kunnen we doen om te voorkomen dat botulisme in een meer ontstaat of zich verspreidt?* *2pt*

In Nederland komt botulisme bij mensen zeer zelden voor. Het gaat dan vrijwel altijd om een voedselvergiftiging waarbij Clostridium botulinum-*bacteriën de kans kregen om in voedsel gifstoffen te produceren. Er bestaat wel een heel bijzondere toepassing van de gifstoffen van deze* Clostridium botulinum-*bacterie. Het klinkt misschien raar, maar Botuline toxine oftewel* Botox *(toxine betekent gifstof) wordt gebruikt in de cosmetische industrie. Door een verdunde hoeveelheid Botox onder de huid in te spuiten, kunnen spiertjes niet goed meer samentrekken. Daardoor trekt de huid glad bij lijntjes en rimpels in bijvoorbeeld je gezicht. Het is een schoonheidsbehandeling die veel wordt gebruikt om veroudering in het gezicht tegen te gaan.*



f *Botox-injecties kunnen ervoor zorgen dat rimpels worden 'gladgestreken'. Op welk onderhuids weefsel heeft botox het meest directe effect?* *3pt*

g *Botulisme wordt veroorzaakt door een schadelijke bacterie. Bepaalde bacteriën kunnen ook nuttig zijn. Noem een manier waarop bacteriën nuttig kunnen zijn.* *1pt*

4.5 Hoe zitten botten aan elkaar?

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Beschrijven welke beenverbindingen er zijn.
- → De onderdelen van een gewricht benoemen.
- → De verschillen tussen de gewrichten en hun bewegingen uitleggen.



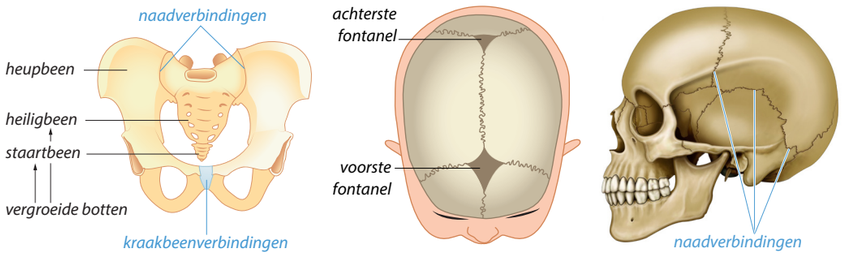
Hoe vaak per dag loop jij op en neer over de trappen op school? En hoeveel kilometers loop jij op een dag met een zware rugzak door de gangen? Draag jij je rugzak over je linker- of je rechterschouder of wissel je dit af? Je zit toch wel rechtop als je dit leest? Je skelet en je spieren hebben het zwaar te verduren tijdens een schooldag!
Je skelet kan niet uit zichzelf bewegen. Daar heb je spieren voor nodig: spieren die aan je botten trekken. Je hebt al geleerd dat spieren aan je botten vastzitten via pezen. Botten zitten op hun beurt weer aan andere botten vast. Soms kunnen deze botten ten opzichte van elkaar bewegen, maar soms ook niet.

Verbindingen tussen botten

De plek waar twee of meer botten met elkaar verbonden zijn, noemen we een ***beenverbinding***.
In het menselijk lichaam komen vier soorten beenverbindingen voor. Dat zijn vergroeide botten, naadverbindingen, kraakbeenverbindingen en verbindingen via gewrichten.
We lopen ze alle vier langs. Bij ***vergroeide botten*** zijn de botten aan elkaar vastgegroeid op zo'n manier dat je de individuele botten niet meer goed van elkaar kunt onderscheiden. Het lijkt net één bot. Voorbeelden zijn je heiligbeen en je staartbeen.

1 Wat is een ander woord voor je staartbeen?

Bij ***naadverbindingen*** zitten de botten ook aan elkaar vast, maar zie je tussen de botten nog een naad lopen. Een voorbeeld is de verbinding tussen je heiligbeen en je twee heupbeenderen. De botten van je schedel zitten ook met dit soort verbindingen aan elkaar vast. Dit is niet altijd zo geweest. Je schedelbeenderen zaten bij je geboorte nog niet aan elkaar. Ze konden toen nog bewegen ten opzichte van elkaar. Zolang deze naadverbindingen niet volgroeid waren, werden de openingen tussen je schedelbeenderen afgesloten met vliezen. Die vliezen noem je ***fontanellen***.



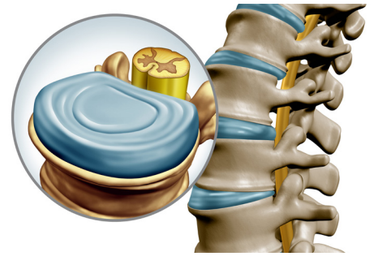
Afbeelding 4.43
Links enkele vergroeide botten, kraakbeen- en naadverbindingen in je heupgordel. In het midden de fontanellen bij een pasgeboren baby met de nog onvolgroeide verbindingen tussen de delen van de schedel. In de schedel van een volwassen mens (rechts) zijn dit volgroeide en zeer sterke naadverbindingen geworden.

Baby's hebben in verhouding tot hun totale lichaamslengte een groot hoofd. Je hebt je vast wel eens afgevraagd hoe een baby door het geboortekanaal past. De elastische fontanellen maken dat de losse schedelbeenderen van een baby tijdens de bevalling iets over elkaar heen kunnen schuiven. Dit zorgt ervoor dat het hoofdje wat inkrimpt en de bevalling makkelijker verloopt. Na ongeveer anderhalf jaar zijn de schedelbeenderen aan elkaar vastgegroeid en vormen ze de harde, sterke schedel die je hersenen beschermt. Bij zowel vergroeide botten als bij naadverbindingen is geen beweging meer mogelijk.

2 Een pasgeboren baby mag je bovenop het hoofdje alleen heel voorzichtig aanraken. Kun je een reden bedenken waarom dit zo is?

Kraakbeenverbindingen

Je hebt geleerd dat kraakbeen een aantal functies heeft. Eén daarvan is het beschermen van je botten. Tussen elk van je ruggenwervels zitten schijven van kraakbeen: de ***tussenwervelschijven***. Elke tussenwervelschijf is een ***kraakbeenverbinding*** tussen twee wervels. Doordat het kraakbeen elastisch is, kunnen de wervels ten opzichte van elkaar een beetje bewegen als je je rug beweegt. En als je springt, beschermen de tussenwervelschijven de wervels tegen schokken.



Afbeelding 4.44 De (blauwe) tussenwervelschijven zijn de kraakbeenverbindingen tussen je ruggenwervels. Je ruggenmerg (geel) loopt door de wervelgaten die samen het wervelkanaal vormen.

Deze kraakbeenverbindingen vind je ook tussen je ribben en je borstbeen. Ze maken het mogelijk dat je ribben een beetje kunnen bewegen. Je borstkas kan zo iets uitzetten als je ademhaalt.

3 Behalve tussen je wervels, komt kraakbeen ook voor op andere plekken in je lichaam. Noem nog drie van dit soort plekken.
4 In het biologielokaal staat vast wel een modelskelet. Hoe herken je aan dit skelet het kraakbeen?

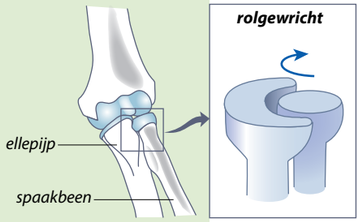
Als je ouder wordt, droogt je lichaam een beetje uit. Dit geldt ook voor het kraakbeen. De tussenwervelschijven worden dunner en de ruggenwervels komen dichter op elkaar te zitten. De ruggenwervels zelf kunnen (net als alle botten) ook massa en structuur verliezen als je ouder wordt. Oudere mensen kunnen hierdoor zo'n acht centimeter korter worden. Bij ernstige osteoporose kun je zelfs 20 centimeter krimpen.
Maar jij krimpt zelf tijdens de dag ook! Wel zo'n twee centimeter. Deze tijdelijke krimp treedt op, omdat er vocht uit je tussenwervelschijven wordt geperst tijdens het zitten, staan of sporten. Als je slaapt wordt dat vocht weer aangevuld en dus heb je die twee centimeter 's ochtends weer terug!



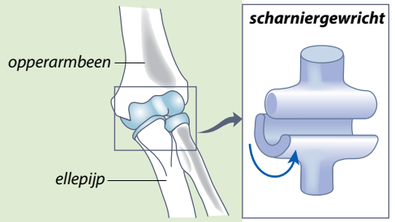
Afbeelding 4.45
De belangrijkste onderdelen van een gewricht.

Gewrichten

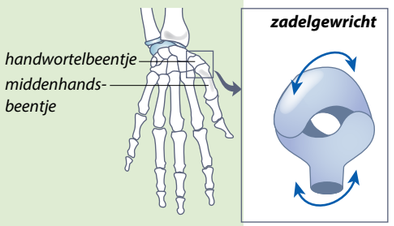
Gewrichtsverbindingen noemen we ook wel gewoon ***gewrichten***. Je gewrichten maken allerlei bewegingen mogelijk. Je lichaamsbewegingen beginnen altijd vanuit je gewrichten. Daar zitten je botten met ***gewrichtsbanden*** aan elkaar. Die gewrichtsbanden zijn erg sterk, zodat ze grote krachten kunnen opvangen. Tussen de uiteinden van je botten zit de gewrichtsholte met daarin een stroperige vloeistof, gewrichtssmeer. Dat zorgt ervoor dat je botten soepel kunnen bewegen. De uiteinden van de botten in een gewricht worden verder tegen onderlinge wrijving en slijtage beschermd door een laagje kraakbeen. Dat kraakbeen en de gewrichtsholte worden omsloten door het gewrichtskapsel. We bespreken de vier belangrijkste gewrichten van het lichaam.



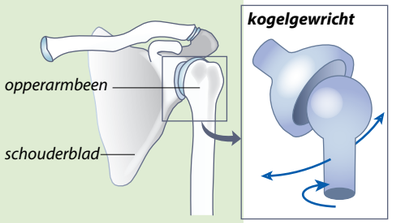
1 Een ***rolgewricht*** zorgt voor een draaiende beweging rond één as, linksom of rechtsom. In dit gewricht 'rolt' het ene bot om het andere bot heen. Een rolgewricht zorgt er bijvoorbeeld voor dat je je onderarm en daarmee je hand kunt omdraaien. Als je dit doet, draait je spaakbeen om je ellepijp.



2 Een ***scharniergewricht*** maakt een buigende of strekkende beweging rond één as mogelijk: naar boven en naar beneden. Je ellebogen, vingers en tenen bevatten eenvoudige scharniergewrichten: hierbij zijn alleen twee botten met elkaar verbonden. Bij je ellebogen zijn dat je opperarmbeen en je ellepijp en bij je vingers en tenen zijn dat je vinger- en teenkootjes. Sommige scharniergewrichten zijn ingewikkelder. Bij je knie- en enkelgewrichten bijvoorbeeld komen meerdere botten samen. Je krijgt hierdoor nét wat meer bewegingsruimte dan alleen maar buigen of strekken: je kunt je knie ook lichtjes draaien en je enkel een klein beetje in een cirkel bewegen.

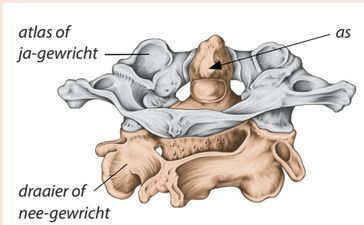


3 Een ***zadelgewricht*** zit tussen het middenhandsbeentje van je duim en een handwortelbeentje. De uiteinden van deze beide botjeshebben de vorm van een zadel. Hierdoor kan het zadelgewricht rond twee assen bewegen: op en neer en naar links en rechts.



4 Een ***kogelgewricht*** is het meest beweeglijke gewricht dat je hebt. Het maakt een beweging rond drie assen mogelijk: naar voren en naar achteren, naar links en naar rechts én naar boven en naar beneden. Je vindt kogelgewrichten in je schouder en in je heup. In je schouder vormen je opperarmbeen en je schouderblad een kogelgewricht. En in je heup zijn dat je heupbeen en je dijbeen. De botten in deze gewrichten passen precies in elkaar: het ene bot zit met zijn bolvormige uiteinde ('kogel') in het holle uiteinde ('kom') van het andere bot. Hierdoor kunnen deze botten ten opzichte van elkaar buigen maar ook in een cirkel bewegen.

In je nek zitten je nekwervels. De bovenste twee daarvan hebben een bijzondere functie en hebben ook bijzondere namen. De eerste nekwervel onder je schedel wordt ook wel de atlas genoemd. Hij is genoemd naar Atlas, een figuur uit de Griekse mythologie, die voor straf het hemelgewelf op zijn schouders moest dragen. Een zware taak, ook voor deze wervel, want je hoofd weegt tussen de vier en zes kilo. Deze verbinding wordt ook wel het ja-gewricht genoemd. Het maakt het mogelijk om je hoofd naar voren en achteren te buigen: ja-knikken.



De tweede nekwervel, direct onder de atlas, heeft een puntig uitsteeksel aan de bovenkant. Dit is de as waar de atlas omheen kan draaien. Daarmee kun je dus je hoofd van links naar rechts draaien en nee-schudden. Deze wervel noemen we de draaier of het nee-gewricht. Ook bijzonder: tussen de atlas en de draaier zit geen tussenwervelschijf.

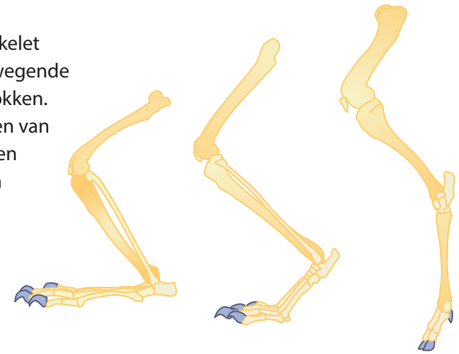
Gewrichtsproblemen

Soms raken het bot, het kraakbeen of het kapsel rond gewrichten geïrriteerd, wat tot klachten kan leiden. Een veelvoorkomend gewrichtsprobleem is ***reuma***. Reuma is een verzamelnaam voor allerlei klachten aan gewrichten, spieren, botten en pezen. Ontstekingsreuma bijvoorbeeld is een variant waarbij er ontstekingen en zwellingen in je gewrichten ontstaan. Kinderen kunnen ook reuma krijgen. Veel voorkomende klachten bij reuma zijn pijnlijke spieren of gewrichten, stijfheid, vermoeidheid en moeite met bewegen.

Oudere mensen kunnen ***artrose*** krijgen. Doordat kraakbeen wegslijt, gaan botten tegen elkaar schuren en dat is pijnlijk. Artrose ontstaat meestal in het heupgewricht, het kniegewricht of het duimgewricht.

Drie manieren van lopen

Een van de belangrijkste functies van je skelet is bewegen. Vooral bij lopen zijn veel bewegende onderdelen en dus veel gewrichten betrokken. Bij gewervelde dieren zijn er drie manieren van lopen: sommige dieren lopen op hun zolen (zoals jijzelf), andere dieren lopen op hun tenen en weer andere lopen op hun … nagels! Een manier van lopen wordt ook wel een 'gang' genoemd.



zoolganger (eekhoorn) *teenganger (hond)* *hoefganger (hert)*

Afbeelding 4.46
De drie 'gangen' van de gewervelde dieren.



Dieren op poten!







Dieren die op hun zolen lopen heten ***zoolgangers***. Bij het lopen komt hun hele voetzool in contact met de grond. Zoolgangers gebruiken hun tenen vooral om het evenwicht te bewaren en om meer grip te krijgen. Dat doen ze door hun tenen te krommen. Slingerapen gebruiken hun tenen om zich aan takken vast te klemmen. Voorbeelden van zoolgangers zijn mensen, muizen, beren (zie foto) en cavia's. Ook de meeste vogels zijn zoolgangers.

Teengangers zijn dieren die, je raadt het al, op hun tenen lopen. Als je naar hun poten kijkt, zou je kunnen denken dat bij deze dieren het kniegewricht verkeerd om buigt. Maar als je goed kijkt, zie je dat de knik in het been bij het enkelgewricht zit, niet bij de knie. Het kniegewricht zit veel hoger, dichtbij hun buik en borst. De hiel raakt de grond niet, dat doen alleen de tenen. De gewrichten in de tenen kunnen daarom goed buigen en strekken en als het ware meeveren met de beweging. Hierdoor lopen teengangers over het algemeen sneller en stiller en springen ze hoger dan zoolgangers. Onder hun tenen zitten vaak eeltkussentjes, die als schokdempers hun botten en gewrichten beschermen. Veel teengangers zijn roofdieren. Voorbeelden zijn honden, katten (zie de poten van een leeuw op de foto) en vossen.

En dan zijn er dieren die op hun nagels, ofwel de topjes van hun tenen, lopen. Deze nagels noemen we in dit geval hoeven. Dit zijn de ***hoefgangers***, ook wel topgangers genoemd. Net als teengangers kunnen hoefgangers heel hard rennen en hoog en ver springen. Veel hoefgangers zijn prooidieren: paarden, geiten, herten, koeien. Maar ook olifanten en neushoorns zijn hoefgangers.

Er zijn twee soorten hoefgangers. De onevenhoevigen hebben per poot meestal één teen op de grond, een oneven aantal dus. Bijvoorbeeld paarden (foto links), ezels, zebra's en neushoorns. De evenhoevigen hebben per poot twee tenen op de grond, een even aantal dus. Bijvoorbeeld koeien (foto rechts), varkens, geiten, nijlpaarden, giraffen en kamelen.

4.5 Verwerkingsopdrachten

5 *Sommige beenverbindingen in deze tabel kunnen niet bewegen, een beetje bewegen of juist veel bewegen. Geef bij elke beenverbinding met een kruisje aan welke bewegingsmogelijkheid erbij hoort.* 7pt

beenverbinding	*geen beweging mogelijk*	*een beetje beweging mogelijk*	*veel beweging mogelijk*
kniegewricht			
wervels en tussenwervelschijven			
schedelbeenderen (volwassene)			
ribben en borstbeen			
schoudergewricht			
vingerkootjes			
heiligbeen			

Een tabel helpt je om informatie te ordenen en beter te onthouden.

6 *Je schedel vormt een beschermende 'helm' rond je hersenen. Je ribben vormen een beschermende 'kooi' rond je longen en je hart.*

a *Bedenk een reden waarom je ribbenkast niet in zijn geheel uit één dicht 'harnas' bestaat zoals je schedel, maar juist veel openingen en kraakbeenverbindingen heeft.* 2pt

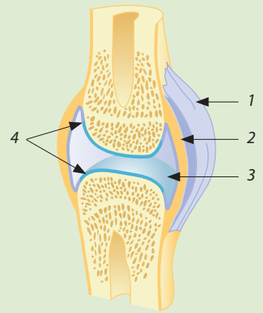
b *Welk onderdeel van je skelet biedt een betere bescherming, je schedel of je ribbenkast? Leg je antwoord uit.* 2pt

7 *Bij sommige oude culturen was het gebruikelijk om de schedels van de mensen een andere vorm te geven. De reden hiervoor weten we nog steeds niet zeker, maar sommige wetenschappers vermoeden dat dit gebeurde vanwege een bepaald schoonheidsideaal. Wanneer denk jij dat ze deze schedels vervormden: toen de persoon nog een baby was of toen de persoon al volwassen was? Leg je antwoord uit.* 2pt



8 *Geef de vier onderdelen in de tekening van de gewrichtsverbinding de juiste naam. Kies uit:* 3pt

kraakbeen – gewrichtskapsel – gewrichtsband – gewrichtsholte met gewrichtssmeer

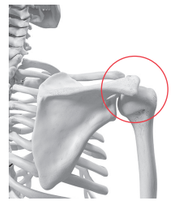


9 *Heb je de ketting van je fiets wel eens gesmeerd? Je ketting zit (waarschijnlijk) verborgen in de kettingkast. Welke twee onderdelen van een gewrichtsverbinding lijken op de olie en de ketting kast van je fiets?* 2pt

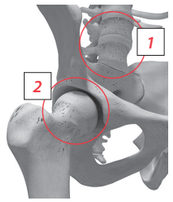
10 *Hier zie je zeven foto's met beenverbindingen. Noteer voor elk van de afbeeldingen welke botten er bij deze beenverbindingen samenkomen en om welke soort(en) beenverbinding(en) het gaat. Soms gaat het om meerdere in één foto. Noteer bij een gewrichtsverbinding ook om welk type gewricht het gaat. Noteer je antwoorden in een tabel in je schrift:* 14pt

Beenverbinding	*Welke botten in de beenverbinding?*	*Soort beenverbinding + type gewricht*
A		
B		

*Beenverbinding **A***



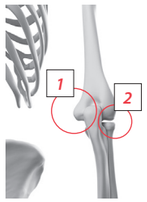
*Beenverbinding **B***



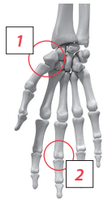
*Beenverbinding **C***



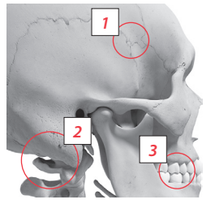
*Beenverbinding **D***



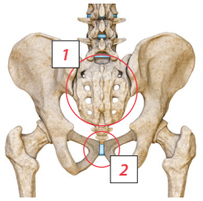
*Beenverbinding **E***



*Beenverbinding **F***



*Beenverbinding **G***

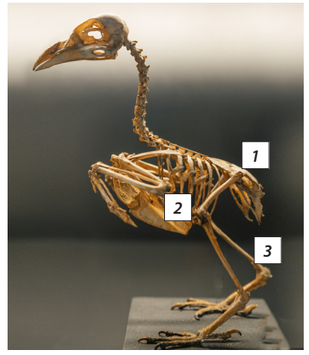


11 *Lees de tekst en vul in.* 4pt
Kies uit de volgende woorden (let op: er blijven woorden over):

gewrichtsband – draaigewricht – dijbeen – knieschijf – scharniergewricht – scheenbeen – kuitbeen

Tijdens een danswedstrijd raakt een danser gewond. Hij verdraaide zijn knie. De knie is een voorbeeld van een _____. Dit gewricht wordt gevormd door het _____ en het _____. Tijdens een bezoek aan het ziekenhuis bleek dat zijn _____ gescheurd was. Hij moest zes weken rust houden.

12 *De afbeelding laat het skelet van een duif zien.* 5pt
Drie onderdelen van het skelet zijn genummerd.

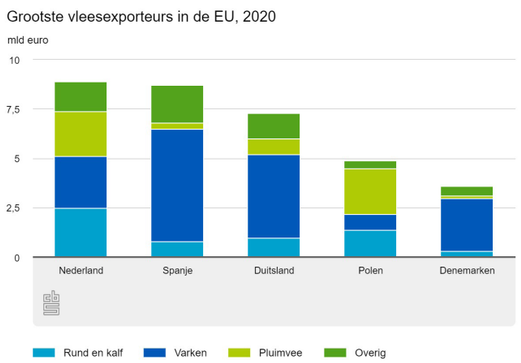


- **a** *Waar zit de hiel? Noteer het juiste nummer.*
- **b** *Waar zit de knie? Noteer het juiste nummer.*
- **c** *Welke 'gang' heeft een duif? Waaraan zie je dit?*
- **d** *Welk type gewricht zit in de knie en in de tenen?*
- **e** *Welk soort beenverbinding vind je in de hals van de duif?*



13 *Bekijk links de pootafdrukken van een eekhoorn in de sneeuw. Welke soort 'gang' heeft een eekhoorn? Waaraan kun je dit zien?* 1pt

14 Ecologisch denken: gewrichtsproblemen in de veehouderij



Veel mensen eten elke dag vlees, eieren en zuivel. Helaas denkt een grote groep consumenten nog niet aan dierenwelzijn bij het boodschappen doen. Er is een grote vraag naar goedkope dierlijke producten in Nederland, maar ook in andere landen. Nederland is de grootste vleesexporteur van de EU (zie de tabel).

Jaarlijks produceren we in Nederland zo'n 14 miljard kg melk. Nederland behoort tot de top vijf van landen die wereldwijd de meeste zuivel exporteren. Om concurrerend te blijven zoeken veehouders naar kostenbesparingen. Bijvoorbeeld door meer dieren bij elkaar te zetten.

- **a** *Welk land exporteert het meeste rund- en kalfsvlees?* 1pt
- **b** *Spanje exporteert ook veel vlees. Welk vlees is dit vooral?* 1pt

Een van de vele dierenwelzijnsproblemen in de veehouderij, ook in Nederland, zijn pijnlijke gewrichtsproblemen bij runderen en varkens door harde, natte en gladde vloeren. Om veel vlees te kunnen produceren in een korte tijd zijn sommige runder-, varken- en kippensoorten speciaal geselecteerd en gefokt om snel te groeien. Deze versnelde groei van vleesvee en vleeskuikens kan ook leiden tot gewrichtsproblemen. Bovendien komen hierdoor botvergroeiingen voor. Gewrichtsproblemen kunnen ook veroorzaakt worden door bepaalde bacteriën. Als de dieren dicht op elkaar leven, kunnen ze elkaar makkelijk besmetten.



Afbeelding 4.47
Vleeskuikens groeien erg snel. Het linker kuiken is 2 dagen oud, het rechter kuiken is 21 dagen oud.

Er zijn geen wettelijk geregistreerde pijnstillers voor kippen. Dierenartsen kunnen vleeskuikens met pijn wel medicijnen geven die bestemd zijn voor andere dieren. De vleeskuikens mogen die maar kort toegediend krijgen omdat ze vrij van medicijnen moeten zijn als ze geslacht worden. Voor vleeskuikens is dat op een leeftijd van 6 tot 8 weken.

- **c** *Noem drie manieren waarop dieren in de veehouderij gewrichtsproblemen kunnen oplopen.* 3pt
- **d** *Van welke gewrichten hebben koeien en vleeskuikens het meest last? Noteer de plaatsen in het lichaam.* 2pt
- **e** *Hoe worden vleeskuikens die heel snel moeten groeien ook wel genoemd?* 1pt
- **f** *Nu zitten er zo'n 18 tot 21 vleeskuikens per m^2 in een stal. Om het Beter Levenkeurmerk te krijgen (1 ster) mogen vleeskuikens maximaal met 12 per m^2 bij elkaar zitten. Toch zijn dat nog heel erg veel vleeskuikens per m^2. Bedenk een manier hoe jij al deze vleeskuikens medicijnen zou kunnen geven.* 1pt

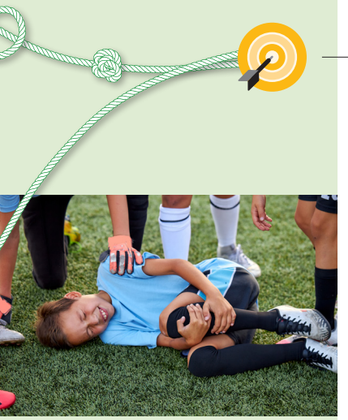
De EU heeft regels voor de bescherming van vee en voor transport en slacht. Ook de Nederlandse Wet dieren beschrijft regels voor bijvoorbeeld goede huisvesting en verzorging. Helaas wordt er nog te weinig door de overheid gecontroleerd bij de veehouderijen op het naleven van deze regels.

- **g** *Wat is volgens jou een oplossing voor het verminderen van gewrichtsproblemen en ander dierenleed in de veehouderij? Beschrijf jouw oplossing in het kort.* 2pt

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Noteer de hoofdzaken in de mindmap aan het eind van het hoofdstuk.

4.6 Pijn in je botten en je spieren





Afbeelding 4.48
Let jij op je houding als je op je telefoon kijkt?

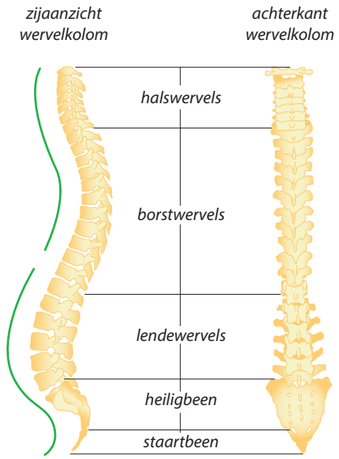
AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE
- → Uitleggen wat een goede lichaamshouding is en waarom dit belangrijk is.
- → Beschrijven wat een botbreuk is en hoe deze het beste kan genezen.
- → Beschrijven wat een verstuiking en wat een ontwrichting is.
- → Beschrijven hoe de kans op een sportblessure kan worden verkleind.

Sporten is gezond voor je. Of … misschien toch niet? In Nederland liepen in 2019 maar liefst 5,5 miljoen mensen een sportblessure op. Dat zijn er ongezond veel! Schade aan botten of spieren kun je natuurlijk op allerlei manieren oplopen en niet alleen tijdens het sporten. In deze paragraaf kijken we naar een aantal van deze pijnlijke situaties en ook - heel belangrijk - naar hoe je ze kunt voorkomen.

Een gezonde wervelkolom

Sporten is gezond. Het houdt je hart, je botten en je spieren in een goede conditie. Stevige botten en sterke spieren helpen je bij een goede lichaamshouding. Helaas hebben veel mensen niet zo'n goede lichaamshouding. Kijk maar eens om je heen. Zitten je klasgenoten rechtop? Heeft iedereen tijdens de pauze een gebogen nek en rug als ze op hun telefoon kijken? Hierdoor kun je uiteindelijk ***blessures*** aan je wervelkolom, je gewrichten en je spieren oplopen. Een blessure is een verwonding die ontstaat door het (te vaak) maken van een extreme beweging of door een ongeval.

1 Welke onderdelen van de wervelkolom kunnen allemaal beschadigd raken?



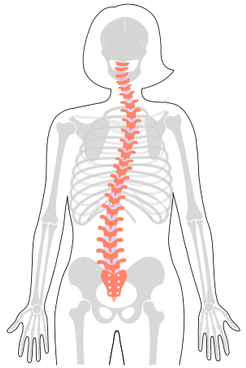
Afbeelding 4.49
De wervelkolom gezien vanaf de zijkant met de dubbele S en het achteraanzicht in een rechte lijn.

Een goede manier om blessures aan je rug te voorkomen, is door je wervelkolom in zijn natuurlijke vorm te houden. Van achteren gezien moet je wervelkolom in een rechte lijn lopen. En als je vanaf de zijkant kijkt, moet je een ***dubbele S-vorm*** kunnen zien: het lijkt dan alsof er langs je wervelkolom twee keer een letter S is geschreven. Kijk maar eens naar afbeelding 4.49. Deze speciale vorm maakt je wervelkolom stabiel en buigzaam. Het helpt je om je evenwicht te behouden als je staat en het vangt schokken op als je loopt, rent of springt. Als je een goede lichaamshouding wilt hebben, zorg er dan voor dat je altijd de dubbele S-vorm behoudt, zelfs als je iets zwaars van de grond tilt, zoals een doos met boeken.

2 Wat is volgens jou de beste manier om je schooltas te dragen? Leg je antwoord uit.

Scoliose

Sommige kinderen ontwikkelen rond de leeftijd van tien jaar een pijnlijke aandoening aan de wervelkolom. Als je hun rug bekijkt, dan is de wervelkolom gebogen (zie afbeelding 4.50). Soms is dit erfelijk, maar het kan ook komen door een spier- of zenuwaandoening. Je hersencellen sturen signalen naar je spieren om ze te laten bewegen. Die signalen gaan via je zenuwen. Als er iets mis is met deze signalen, kan het gebeuren dat bepaalde spieren te hard of juist niet hard genoeg aan de wervelkolom trekken. Daardoor kan deze uiteindelijk scheef gaan staan. Deze aandoening heet ***scoliose***. Mensen met scoliose hebben vaak pijn in hun rug, nek en schouders en soms straalt de pijn uit naar hun benen. Vaak is dit te verhelpen met de hulp van een brace (zie afbeelding 4.50). Een enkele keer is er een operatie nodig om de houding van de wervels te corrigeren.



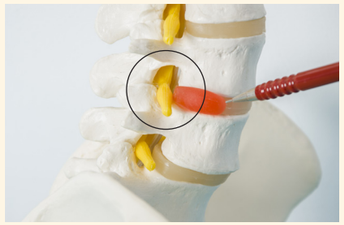


Afbeelding 4.50
Een onnatuurlijk naar links of rechts gebogen wervelkolom als gevolg van scoliose is met een corrigerende brace te verhelpen.

Hernia

Een uitstulping van een orgaan of weefsel uit de holte waarin het ligt, noemen we een hernia. De meest voorkomende hernia is een liesbreuk in je onderbuik. Door een zwakke plek in je buikwand stulpt er buikvlies en buikvet of een stukje darm naar buiten, tegen je huid aan. Dit kan worden verholpen door deze plek te versterken of het scheurtje dicht te naaien.

De bekendste hernia is die van een van je tussenwervelschijven. Dit heet een ***rughernia***. Bij een rughernia stulpt een stukje van een tussenwervelschijf te ver uit, waardoor het tegen de zenuwen in je ruggenmerg aan drukt. Zo'n rughernia doet veel pijn en kan ontstaan als een van je wervels versleten is. Of omdat je op een verkeerde manier een (te) zwaar voorwerp optilde. Door te hoge druk kan de tussenwervelschijf worden geplet, weggedrukt en uitstulpen. Meestal bestaat de behandeling uit pijnstillers slikken, tot de hernia over is. Soms is een operatie nodig om het uitstekende stukje tussenwervelschijf weg te halen. De tussenwervelschijven zelf kunnen niet verschuiven. Ze zijn vergroeid met de wervels.



Afbeelding 4.51 **De pen wijst de uitstulpende tussenwervelschijf aan. Je ziet dat deze tegen de gele zenuwbaan aanduwt en dat doet pijn. Een duidelijk geval van een rughernia.**



Een goede lichaamshouding is belangrijk

Dat je wervelkolom altijd een dubbele S-vorm heeft, is niet het enige waar je op moet letten als het om een goede lichaamshouding gaat. In afbeelding 4.52 zie je dat de houding van je schouders ook een rol speelt. Zijn ze niet te veel naar voren of naar achteren gebogen? Trek je je schouders vaak op of hangen ze ontspannen omlaag? Houd je je nek en je hoofd wel recht boven je wervelkolom? En zit je altijd met een gebogen nek op je telefoon of je laptop? Het is goed om je daarvan bewust te zijn. Als je je wervelkolom en je nekwervels op bepaalde plekken te veel buigt, kan dat de wervels en spieren die eraan vastzitten beschadigen. Of er raakt een zenuw beklemd. Dit kan na een tijd veel pijn en last geven.

Afbeelding 4.52
Vergelijk de slechte houdingen (paars, links) met de goede (groen, rechts).



Verwondingen aan je botten

Ken je iemand die van skateboarden houdt? Of ben je zelf een fan? Skateboarders kunnen mooie tricks laten zien. Maar dat gaat niet zonder vallen en opstaan! Vooral botten hebben dan heel wat te verduren. Gelukkig zijn botten stevig en toch buigzaam. Word er van buitenaf kracht op uitgeoefend, dan buigen ze een beetje mee. Maar is die kracht te groot, bijvoorbeeld door een harde trap of een val, dan kan het bot inscheuren of zelfs breken. Net als een potlood dat je steeds verder doorbuigt.

Afbeelding 4.53 **Aan een brekend potlood kun je zien dat een breuk niet altijd netjes recht is. Dat geldt ook voor botbreuken. Daardoor duurt een genezing soms lang.**

Bij een botbreuk zijn er een of meer botten gebroken. Je weet hopelijk nog (uit paragraaf 4.2) dat het hematoom dat ontstaat na een botbreuk langzaam verandert in kraakbeen en later in bot. Dit kraakbeen houdt de botten bij elkaar, zodat de botdelen weer aan elkaar kunnen groeien. Maar als de botdelen na een breuk niet meer recht ten opzichte van elkaar staan, groeien ze zonder extra hulp niet mooi aan elkaar.

3 Welke moleculen zorgen ook alweer voor de stevigheid van botten? En welke voor de buigzaamheid?

4 Welke speciale botcellen zijn verantwoordelijk voor het aan elkaar groeien van de botdelen?

Botbreuken

In het ziekenhuis wordt een botbreuk eerst bekeken met behulp van een röntgenfoto. Zijn de botten verschoven, dan worden ze eerst 'gezet', weer in de goede stand geduwd. Daarna gaat er ***gipsverband*** of een ***spalk*** omheen om de botten op hun plek te houden. Je lichaam kan nu het nieuwe botmateriaal in de juiste vorm en op de juiste plek aanmaken.



Afbeelding 4.54
Gipsen en spalken: twee manieren om je botten weer in de goede stand te zetten.

Als je een bot zo breekt dat botfragmenten door je huid heen steken of als een wond open is tot op het gebroken bot, dan spreken we van een ***open botbreuk***. Dit type botbreuk is vooral ernstig, omdat hierbij infecties kunnen ontstaan in de wond én het bot. ***Gesloten botbreuken*** zijn botbreuken waarbij het bot niet open ligt en er geen botfragmenten door je huid steken. Gesloten breuken komen vaker voor dan open breuken.

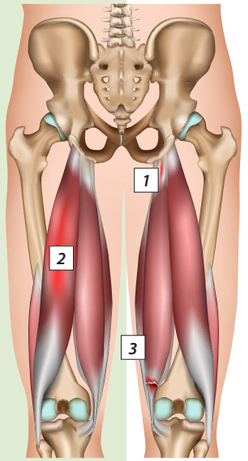


Afbeelding 4.55
Soms is een operatie nodig om botdelen weer aan elkaar te zetten. Op de linker röntgenfoto zie je een gebroken dijbeen. Op de röntgenfoto rechts zie je het dijbeen na de operatie. De botten en botdelen zijn met schroeven en pennen van chirurgisch staal met elkaar verbonden, zodat ze weer netjes aan elkaar kunnen groeien.

Verwondingen aan je spieren

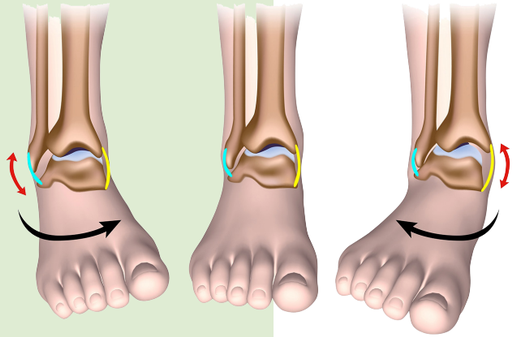
In paragraaf 4.3 las je al over spierkramp en een spierkater. Misschien heb je al eens meegemaakt hoe dit voelt. Je weet waarschijnlijk nog wel dat er tijdens een krachttraining microscopisch kleine spierscheurtjes ontstaan. Die zijn onschuldig en zorgen er juist voor dat je uiteindelijk sterkere spieren krijgt.

5 Schrijf op wat je nog weet over een spierkramp en een spierkater.



Als een spier plotseling sterk wordt overbelast of als je een hevige, ongecontroleerde beweging maakt, dan kan de spier voor een deel of zelfs helemaal inscheuren. Omdat er dan veel spiervezels beschadigd zijn, ontstaat er op die plek een bloeduitstorting en een zwelling. Een spierscheuring noemen we ook wel een ***verrekking***. Het is meestal zo dat je de betreffende spier dan niet meer kunt aanspannen. Bij een spierscheuring in de hamstring bijvoorbeeld, is het buigen van je knie pijnlijk en moeilijk. Bij een spierscheuring in de kuit kun je niet meer op je tenen staan. Een pees kan op dezelfde manier (in)scheuren.

Afbeelding 4.56 **Drie soorten spierscheuringen in de hamstring.**
Categorie 1: minder dan 5% van de pees is gescheurd (lichte zwelling, lichte pijn, geen krachtsverlies).
Categorie 2: meerdere spiervezels gescheurd (behoorlijk wat krachtsverlies en sterke pijn).
Categorie 3: (Af)gescheurde spier of pees (volledig verlies van spierfunctie en hematoom aanwezig).



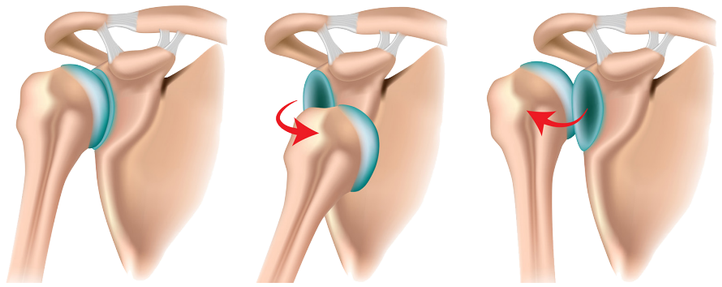
Verwondingen aan je gewrichten

Een ***verstuiking*** is de meest voorkomende verwonding aan je gewrichten. Een verstuiking ontstaat als je een gewricht te ver doorbuigt. Een of meerdere gewrichtsbanden worden dan te ver opgerekt en kunnen zelfs scheuren. Hierdoor ontstaat er wondvocht bij je gewricht en soms zelfs een bloeding. De plek rondom je gewricht wordt dik en zwelt op. Er ontstaat druk op de zenuwen en dat kan behoorlijk pijn doen. De zwelling neemt weer af door de plek te koelen en rust te geven.

Afbeelding 4.57 **Links een verstuikte buitenste gewrichtsband (blauw) en rechts een verstuikte binnenste gewrichtsband (geel). In het midden de normale situatie.**

Ontwrichting

Soms zijn meerdere gewrichtsbanden zo uitgerekt of gescheurd, dat de bijbehorende botten niet meer goed bij elkaar zijn te houden. De oorzaak is vaak een klap tegen het gewricht of een val op (meestal) de schouder. Je bot raakt hierdoor ***ontwricht***: het zit niet meer op de oorspronkelijke plek in het gewricht. Dat is natuurlijk geen fijn gevoel! Je hebt meestal de hulp van een dokter nodig om het bot weer terug op zijn plek te zetten. De meest voorkomende ontwrichting van een schouder, kennen we als een schouder 'uit de kom'.



Afbeelding 4.58
Een schouderontwrichting ontstaat meestal als je opperarmbeen te veel naar voren of te veel naar achteren beweegt.

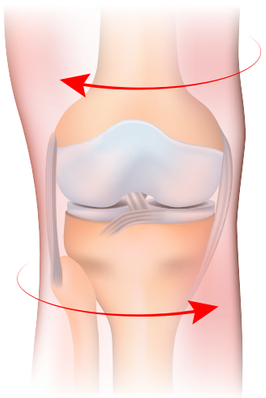
Sommige mensen kunnen hun gewrichten heel ver doorbuigen. We zeggen dan dat iemand hypermobiel is. Dit betekent dat bepaalde gewrichten, bijvoorbeeld de gewrichten in de vingers, polsen en/of de knieën te overstrekken zijn. Naar schatting 2% van de bevolking heeft hypermobiele gewrichten. Dat geeft gelukkig niet altijd klachten, maar soms raken de gewrichten snel ontwricht. Hypermobiliteit is erfelijk. De jongen op de foto is hypermobiel in zijn ellebooggewrichten.



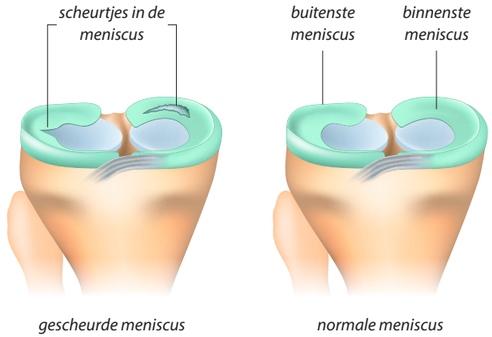
Sportblessures

De hiervoor besproken verwondingen aan je gewrichten hebben meestal geen blijvende gevolgen. Voor sporters kunnen verwondingen aan gewrichten, maar ook aan spieren of botten heel ernstige, langdurige gevolgen hebben. Sportblessures zijn verwondingen die kunnen ontstaan door verkeerd of te fanatiek te sporten. Helaas kan het ook gebeuren dat een medespeler zo'n blessure veroorzaakt.

Een voorbeeld van een ernstig gewrichtsletsel is de ***voetbalknie***. Die ontstaat als je je bovenbeen of je bovenlichaam draait, terwijl je onderbeen op zijn plek blijft staan. Het gevolg is dat het kraakbeen in je knie, dat tussen je dijbeen en je scheenbeen zit (de meniscus), scheurt. Vaak is een operatie nodig, waarbij er soms ook stukjes kraakbeen worden verwijderd. Het is erg moeilijk en soms zelfs onmogelijk om beschadigd kraakbeen te herstellen. Een voetbalknie kan er dus voor zorgen dat een atleet moet stoppen met zijn of haar sport.



verkeerde draaibeweging



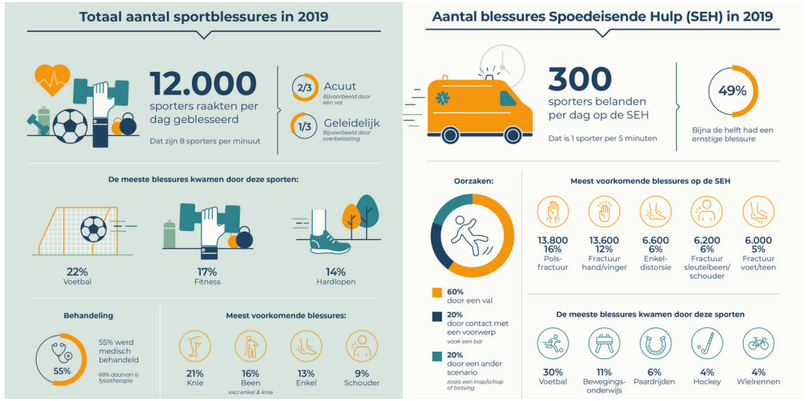
gescheurde meniscus *normale meniscus*

Afbeelding 4.59
Een voetbalknie ontstaat door een verkeerde draaibeweging van de knie.

6 *Wat voor een type gewricht zit er in je knie?*

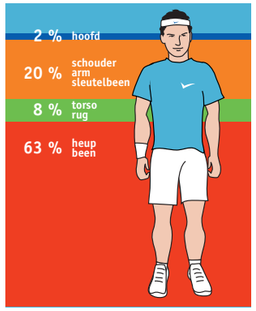
Hoe voorkom je een sportblessure?

Meer dan de helft van de mensen die een sportblessure oploopt, moet medisch worden behandeld. In de infographic zie je om hoeveel sporters dat ging in 2019 en hoeveel daarvan er op de spoedeisende hulp terechtkwamen.



Afbeelding 4.60 **Infographic met allerhande feiten over sportblessures in 2019.**

7 Noem twee dingen die je opvallen in de infographic.



Afbeelding 4.61
Je kunt bijna elk deel van je lichaam blesseren bij het sporten. Maar welk lichaamsdeel loopt het meeste gevaar? Dat zie je hier. Je benen en heupen lopen het meeste risico, je hoofd is gelukkig het minst vaak de klos.

8 Noem een sport waarbij vooral je heupen en benen een blessure kunnen oplopen.

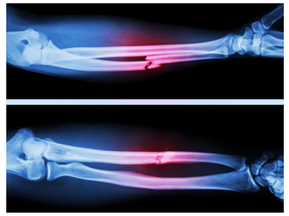
9 Noem een sport waarbij vooral je schouder, arm en sleutelbeen een blessure kunnen oplopen.

Voorkomen is beter dan genezen

Jammer genoeg zijn sommige sportblessures niet te voorkomen. Vooral bij een contactsport (een sport waarbij er veel lichamelijk contact met je medespelers is) heb je een grotere kans op een verwonding. Toch zijn er wel wat dingen die je kunt doen om het risico op een sportblessure te verkleinen. Een ***warming-up*** helpt je om op te warmen en je gewrichtsbanden, je pezen en je spieren langzaam voor te bereiden op activiteiten. Een warming-up versnelt je hartslag en zorgt ervoor dat je bloed sneller gaat stromen. Hierdoor wordt er meer zuurstof naar je spieren gebracht. Je spiercellen zijn dan goed voorbereid om de nodige bewegingsenergie te produceren.

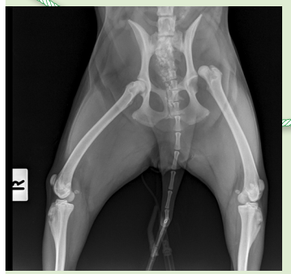
Rek- en strekoefeningen helpen je bij het verbeteren van je flexibiliteit en je lichaamshouding. Een goede ***cooling-down*** na afloop van een sportactiviteit zorgt ervoor dat je hartslag langzaam weer vertraagt. Je lichaam kan dan herstellen en voert de afvalstoffen uit je spiercellen af.

4.6 Verwerkingsopdrachten

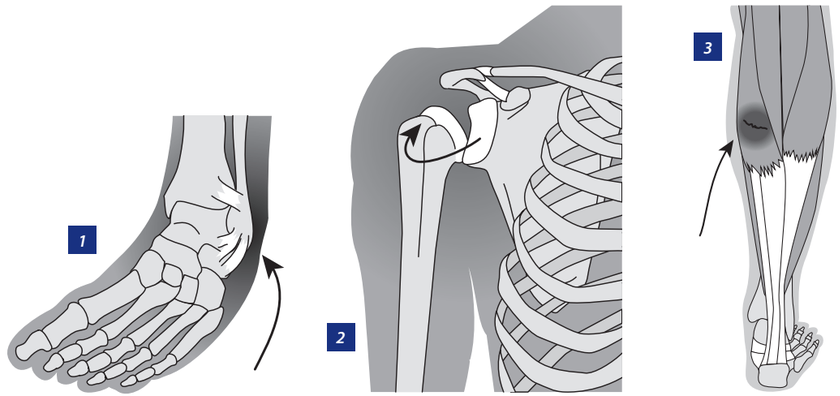


10 De röntgenfoto's (links) laten een botbreuk (boven) en een gezet bot (onder) zien. Om welk bot gaat het? 1pt

11 Op de röntgenfoto (rechts) zie je een verwonding bij een hond. Hoe heet deze verwonding? Leg ook uit wat er precies aan de hand is. 2pt



12 Kijk naar de verschillende blessures in de drie afbeeldingen bij deze vraag. 9pt
Geef bij elke blessure:
- *naam van de blessure*
- *oorzaak van de blessure*
- *wat er in het lichaam precies is gebeurd*



Gebruik de volgende tabel voor je antwoorden.

	1	2	3
Naam			
Oorzaak			
Wat is er gebeurd?			

13 Een bekende verwonding bij wielrenners is een gebroken sleutelbeen. Voor de meeste sleutelbeenbreuken is een operatie niet noodzakelijk. Vaak krijgt de ongelukkige wielrenner geen gipsverband aangemeten, maar een spalk. Kun je een reden bedenken waarom? 1pt

14 Een verstuiking is een verwonding aan een: 1pt
A bot
B gewrichtsband
C spier
D pees

15 *Een voetbalknie is een verwonding aan:* 1pt

A een bot
B het spierweefsel
C het kraakbeenweefsel
D een gewrichtsband

16 *Bij een voetbalknie wordt soms het gescheurde kraakbeen van de meniscus verwijderd. Leg uit waarom dit het einde van iemands sportcarrière kan betekenen. Benoem hierbij waarom kraakbeen in een gewricht belangrijk is.* 3pt

17 *Atleten hebben vroeg in het sportseizoen een grotere kans op blessures dan later in het seizoen. Geef een reden.* 2pt

18 *Vergelijk een warming-up met een cooling-down en zet de woorden in de juiste kolommen.* 6pt

Kies uit:
brengt zuurstof naar je spiercellen – laat je bloed sneller stromen – vertraagt je hartslag – versnelt je hartslag – verwijdert afvalstoffen van je spiercellen – laat je bloed langzamer stromen

	warming-up	*cooling-down*
stoffen		
hartslag		
bloed		

19 Ecologisch denken: het effect van sporten op het milieu

Er zijn ongeveer 8 miljard mensen op aarde. Maar er zijn héél veel meer sneakers op de wereld! Een sportindustrie-analist berekende dat een van de bekendste sneakermerken gemiddeld 25 paar sneakers per seconde verkoopt. 25 paar sneakers, elke seconde! Laat dat even op je inwerken. De sportkledingindustrie is een hele grote jongen in de wereld van de totale kledingindustrie met een enorme ecologische voetafdruk. En niet alleen met die sneakers!

a *Wat bedoelen we met ecologische voetafdruk? (Hint: lees paragraaf 2.5 nog eens!)* 1pt



Als je een kijkje in je kledingkast neemt, dan vind je daar ongetwijfeld een joggingbroek, sportlegging, een paar sportsokken of een voetbalshirt. Misschien niet eens omdat je sport, maar omdat het gewoon lekker zit. Het merendeel ervan is gemaakt van synthetische stoffen, gekleurd met chemische middelen en (bij sneakers) vaak ook gemaakt van leer. Niet echt goed voor het milieu. En dan hebben we het nog niet over de productie, de verpakking en het transport naar de winkels en jouw huis.

b *Hoeveel stuks sportkleding heb jij? En hoeveel sneakers? Draag je ze ook allemaal of verzamel je alleen sneakers?* 1pt

Het is natuurlijk niet zo fijn als de sportkledingindustrie aan de ene kant de gezondheid van de mensen op het oog heeft, maar aan de andere kant de gezondheid van de aarde negeert. Bekende sneakermerken hebben daar van alles op bedacht. Eén bedrijf trekt de jaarlijkse milieuschade die het veroorzaakt af van de winst van dat jaar. Een ander merk verpakt een deel van zijn sneakers in een afbreekbare, duurzame tas in plaats van in een kartonnen doos. Dat scheelt papier, maar ook transportkosten, want die tasjes zijn lichter dan de dozen. En ze kunnen door de sneakereigenaren worden hergebruikt. De directie van weer een ander merk sneakers geeft het personeel een extra beloning als ze lopend of fietsend naar het werk komen. Een nieuwe startup maakt zelfs biologisch afbreekbare sneakers, die op de composthoop kunnen. Maar wel alleen op een speciale, industriële composthoop, niet die in jouw achtertuin …

c *Welke van de hiervoor, door de sneakermerken bedachte, maatregelen vind jij de beste? Welke zou jij persoonlijk zelf voorstellen?* 1pt

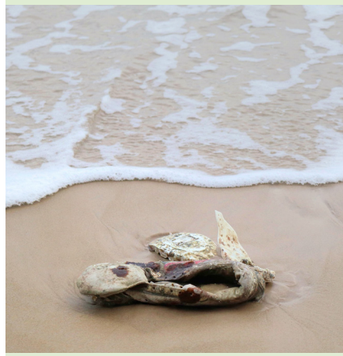
Sneakers gaan niet heel erg lang mee. Om sportblessures te voorkomen wordt sporters aangeraden om hun sneakers om de 6 tot 8 maanden of na maximaal 800 km te vervangen. En zo verdwijnen deze sneakers, maar ook jouw joggingbroek, sportsokken en voetbalshirt, na een poos naar de vuilnisbelt. Hoewel, verdwijnen …

d *Hoeveel kilometer loop en sport jij per jaar ongeveer op jouw sneakers? Kun je een inschatting maken? Na hoeveel tijd zou jij je sneakers dan moeten vervangen?* 1pt

e *Waarom heb je een grotere kans op sportblessures als je te lang met een paar sneakers doet.* 1pt

In de digitale leeromgeving van Symbiose vind je bij dit hoofdstuk ook nog:
→ keuze-opdrachten (variatie, praktijk)
→ een zelftest om te checken of je de belangrijkste zaken kent
→ het leerlingdashboard (om je voortgang en scores te zien als je vooral digitaal werkt)

Een afgedankte oude sneaker is aangespoeld op het strand.



Noteer de hoofdzaken in de mindmap aan het eind van het hoofdstuk.

4.
Begrippen

4.1

celwand	een doorlaatbare wand om een cel die zorgt voor stevigheid
turgordruk	de druk van de celinhoud op de celwand
hydroskelet	een skelet dat bestaat uit een inwendige holte gevuld met lichaamsvocht
capsule	een extra beschermende slijmlaag bij bacteriën (naast de celwand en het membraan)
exoskelet	een uitwendig skelet, een skelet aan de buitenkant van een dier
chitine	een bouwstof die zorgt voor de stevigheid van veel exoskeletten
vervellen	het afleggen van het uitwendige skelet om een nieuw en groter skelet te kunnen krijgen
kalk	bouwstof voor de schelpen (exoskeletten) van weekdieren
endoskelet	een inwendig, in het lichaam gelegen skelet (zoals bij de mens)
botweefsel	hard materiaal waar de botten van veel endoskeletten van gemaakt zijn
kraakbeen	zacht, soepel en stevig weefsel dat ook vorm geeft aan het endoskelet
gewervelden	alle dieren met een wervelkolom (ruggengraat)
wervelkolom	ruggengraat, alle wervels van nek, borst, rug tot staart
wervels	één van de (26) botten in de menselijke wervelkolom
ongewervelden	alle dieren zonder ruggengraat en botweefsel
beenderenstelsel	skelet
schedel	het benige geraamte van het hoofd
ribben	de botten van je borstkas
wervelgat	gat in elke wervel die samen met de wervelgaten in de andere wervels het wervelkanaal vormen
wervelkanaal	alle wervelgaten bij elkaar vormen deze holte waar het ruggenmerg doorheen loopt
ruggenmerg	deel van het centraal zenuwstelsel dat zorgt voor de communicatie van en naar de hersenen

4.2

beenvlies	laag rondom het bot waarin nieuwe cellen ontstaan zodat het kan groeien
compact botweefsel	hard botweefsel rondom het bot
sponsachtig botweefsel	zacht en poreus weefsel in de kop van een bot
beenmerg	het zachte binnenste van het bot, de kern van het bot waar bloedcellen ontstaan
groeischijf	kraakbeenlaag in de kop van langere botten die zorgt voor groei in de lengte
osteoclasten	botcellen die oud of beschadigd bot afbreken
osteoblasten	botcellen die nieuw bot opbouwen
hematoom	bloeduitstorting, zwelling
calciumfosfaat	kalk, het deel van het botweefsel dat voor de stevigheid zorgt
collageen	het deel van botweefsel dat voor de soepelheid van het bot zorgt
osteoporose	het poreus worden van botten als je ouder wordt (met grotere kans op breken)

4.3

spiervezels	langwerpig draadvormig geheel van met elkaar verbonden spiercellen
spierweefsel	de structuur waarin alle spiercellen die kunnen samentrekken bij elkaar zitten
glad spierweefsel	spiercellen die de wanden van bepaalde organen samentrekken en verwijden
onwillekeurige spieren	spieren die je niet bewust gebruikt, ze bewegen uit zichzelf
hartspierweefsel	spiercellen die de hartspier onophoudelijk laat samentrekken en ontspannen
skeletspierweefsel	spiercellen waarmee je je botten kunt bewegen als je dat wilt
willekeurige spieren	spieren die je bewust gebruikt, ze bewegen als jij dat wilt

4.4

skeletspieren	de spieren waarmee je de botten van je skelet kunt bewegen
pees	elastisch weefsel dat een spier met een bot verbindt
antagonisten	tegenovergestelde samenwerkende spieren (de ene spier spant en de andere ontspant)
bicepsspier	armbuigspier in je bovenarm waarmee je je elleboog kunt buigen
tricepsspier	armstrekspier aan de achterkant van je bovenarm waarmee je je elleboog kunt strekken
verzuring	branderig en zwaar gevoel in je spieren bij extreme inspanning
spierkracht	de kracht die mensen of dieren met hun spieren kunnen ontwikkelen
spieruithoudingsvermogen	het vermogen om de kracht van spieren voor langere tijd op te brengen
witte spiervezels	snelle soort spiercellen in de skeletspieren (explosief, leveren snel vermogen, ook snel moe)
rode spiervezels	langzamere spiercellen in de skeletspieren (efficiënt, houden het langer vol dan witte)

4.5

beenverbinding	verbinding tussen twee of meer botten (beenderen)
vergroeide botten	plaats waar verschillende botten zijn vastgegroeid tot een nieuw geheel
naadverbinding	zichtbare naad als verbinding tussen aan elkaar gegroeide botten
fontanellen	open, nog niet verbeende plekken in de schedel van een baby
tussenwervelschijven	schijven van kraakbeen tussen de rugwervels
kraakbeenverbinding	verbinding van kraakbeen tussen twee of meer botten
gewricht	beweegbare verbinding tussen twee of meer botten
gewrichtsband	elastisch weefsel dat de botten in een gewricht met elkaar verbindt
rolgewricht	gewricht waarbij een bot om zijn lengte-as draait om een ander bot
scharniergewricht	gewricht dat een buigende of strekkende beweging om één as mogelijk maakt
zadelgewricht	gewricht dat een op-en-neer- én een links-rechts-beweging mogelijk maakt
kogelgewricht	een draaigewricht met balhoofd en kom zodat de ledematen rond kunnen draaien
reuma	pijnlijke ontsteking in gewrichten, spieren en pezen
artrose	pijnlijke aandoening in de gewrichten door het slijten van het kraakbeen
zoolgangers	dieren die bij het lopen de hele voetzool op de grond zetten (hiel, middenvoet en tenen)
teengangers	dieren die op hun tenen lopen (de hiel raakt de grond niet)
hoefgangers	dieren die op de toppen van hun tenen lopen (alleen de laatste kootjes raken de grond)

4.6

blessure	lichamelijke verwonding of ontwrichting
dubbele S-vorm	de natuurlijke vorm van de wervelkolom (vanaf de zijkant gezien)
scoliose	zijwaartse kromming van de ruggengraat
rughernia	rugpijn door een uitstulpende tussenwervelschijf die tegen de zenuwen drukt
gipsverband & spalk	twee manieren om botten na een botbreuk vast te zetten en op hun plek te houden
open botbreuk	breuk waarbij het gebroken bot door de huid steekt en een wond veroorzaakt
gesloten botbreuk	breuk waarbij het bot niet open ligt en niet door de huid heen steekt
verrekking	een spierscheuring met vaak een bloeduitstorting en een zwelling tot gevolg
verstuiking	verwonding van de gewrichtsbanden door het te ver doorbuigen van een gewricht
ontwrichting	verwonding waarbij botten niet meer op je juiste plek in het gewricht zitten (uit de kom)
warming-up	het geleidelijk opvoeren van de lichamelijke inspanningen
cooling-down	inspanning om het lichaam geleidelijk weer tot rust te laten komen



Op deze pagina's staan alle begrippen met hun betekenis. In de digitale begrippentrainer heeft elk begrip ook nog een voorbeeldzin en een afbeelding. En je kunt jezelf ermee overhoren.

MAAK JE MINDMAP



Het skelet van een organisme is om drie redenen erg belangrijk:

1 Het zorgt voor _____ van het organisme, zodat het zijn vorm houdt.

2 Het _____ het organisme en de organen.

3 Het maakt het mogelijk om te _____ _____ zodat het voedsel kan zoeken en overleven.

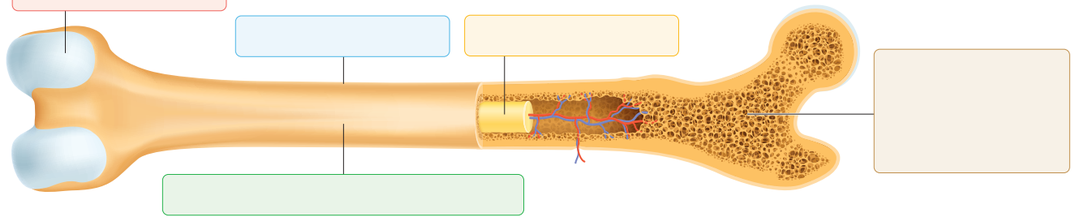
4.1

Een plantencel heeft geen skelet maar krijgt stevigheid en bescherming door de _____ .

Meercellige organismen hebben grotere skeletten nodig. Een skelet van vocht noemen we een _____ _____ . Een hard uitwendig skelet noemen we een _____ en een inwendig skelet heet een _____ .

Het menselijk skelet bestaat uit _____ en _____ . Het bevat _____ botten.

De belangrijkste onderdelen van het menselijk bot zijn:



4.2

Botcellen houden je skelet gezond.

_____ halen oud en beschadigd bot weg.

Opbouwende botcellen heten _____ .

Botweefsel is sterk én buigzaam. Dat komt door twee stoffen:

_____ zorgt voor _____ . En _____ zorgt voor _____ .



4.3

Je spierstelsel bestaat uit al je _____ .

Die bestaan zelf uit groepen _____ .

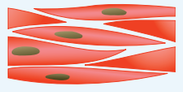
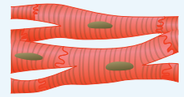
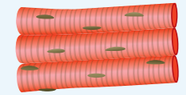
Deze worden weer gevormd uit _____ _____ dat zelf op zijn beurt weer bestaat uit _____ .

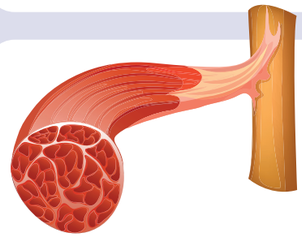
Het menselijk lichaam heeft drie soorten spierweefsel:

- _____
- _____
- _____

Vul aan en streep door:

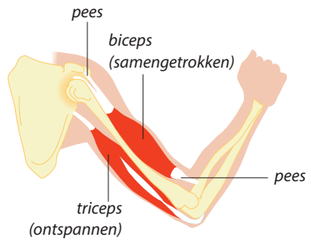
4.3

	glad spierweefsel	hartspierweefsel	skeletspierweefsel
			
WAAR?	In de _____ van _____ , holle organen (maag, darmen, bloedvaten).	In en om het _____ .	Altijd verbonden aan een _____ .
STERK?	Is *wel* / *niet* erg sterk. Voor *lange* / *korte* tijd actief.	*Wel* / *niet* sterk weefsel. Het werkt *soms* / *altijd*. Helpt het hart om samen te trekken en de circulatie op gang te houden.	Het *slapste* / *sterktste* spierweefsel van de drie. Nodig om je _____ te kunnen bewegen.
CONTROLE?	_____ **spieren** Glad- en hartspierweefsel kun je niet controleren of aansturen. Ze werken niet wanneer jij dat wilt, maar doen het altijd. Daarom heten ze _____ spieren.		_____ **spieren** Jij bepaalt of je deze spieren gebruikt. Daarom heten ze _____ spieren.



Een _____ zit altijd met een _____ aan een _____ vast.

Om een bot heen-en-weer te bewegen, heb je steeds _____ spieren nodig. Eén om _____ en één om weer te _____ . Zo'n samenwerkend stel spieren noemen we _____ .



4.4



Bij gewervelde dieren zien we drie manieren van lopen:

1 _____ , 2 _____ en 3 _____ .

4.5

Als botten met elkaar verbonden zijn spreken we van een _____ .

Er zijn vier soorten verbindingen:

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

4.6

Een gezonde lichaamshouding is van belang. Veel voorkomende problemen met botten en spieren zijn:

_____ , _____ ,

_____ ,

_____ , _____ ,

en _____ .

Kijk voor meer informatie over SYMBIOSE op
www.symbiose.nl

SYMBIOSE

support | 0513 – 65 71 90 | support@eduhint.nl

SYMBIOSE

een uitgave van
EduHint