

Thema

4

Spierwerking als
reactie op prikkels

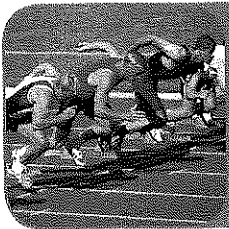
Waarover gaat dit thema?

Organismen kunnen **reageren op prikkels door beweging**. Bij mens en dier komen die reacties tot stand door **spierwerking**. Daarom noemen we spieren **effectoren**.

In dit thema komen eerst enkele voorbeelden aan bod van **spierwerking** die **niet in samenwerking met het skelet** tot stand komt. Vervolgens bespreken we de **spierwerking** die **wel in samenwerking met het skelet** gebeurt. Hier gaan we dieper in op de bewegingsstructuren van het lichaam nl. de **beenderen, gewrichten** en **skeletspieren**.

We vergelijken de bouw en de werking van de verschillende **soorten spierweefsel** en leggen uit hoe **spiercontractie** tot stand komt.

Tot slot beschrijven en verklaren we hoe beweging tot stand komt bij de **regenworm**, het **pantoffeldiertje** en de **amoëbe**. Bij het bewegingsmechanisme van de eencelligen verwijzen we naar gelijkaardige bewegingen bij cellen van de mens.



1

Spieren zijn effectoren

Spierwerking is een **reactie van spieren op een prikkel**. Daarom zijn spieren **effectoren**. Spierwerking kan een **onbewuste of bewuste reactie** op een prikkel zijn.



OPDRACHT 1

Zijn de spierwerkingen in volgende voorbeelden bewuste of onbewuste reacties op een prikkel? Schrap wat niet past.

- a Wanneer er bij een inspanning te veel CO_2 in het bloed aanwezig is, zullen de ademhalingsspieren versneld beginnen te werken.
BEWUSTE / ONBEWUSTE REACTIE
- b Het ritme van de hartslag past zich voortdurend aan de activiteit van het lichaam aan.
BEWUSTE / ONBEWUSTE REACTIE
- c Lengte- en kringspieren in de zaad- en eileiderwand zorgen voor transport van cellen.
BEWUSTE / ONBEWUSTE REACTIE
- d Het snel leren reageren op het startschot is voor de sprinter een belangrijk onderdeel van het trainingsprogramma.
BEWUSTE / ONBEWUSTE REACTIE

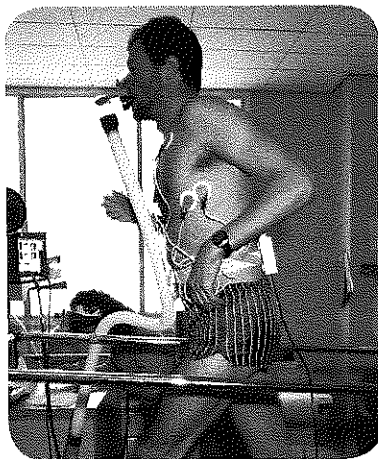


Fig. 4.1 Een versnelde ademhaling en hartslag zijn onbewuste reacties van spieren op een prikkel.

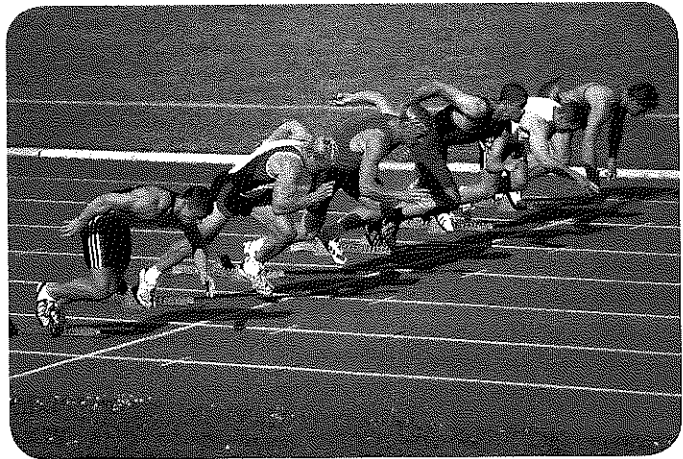


Fig. 4.2 Het wegschieten uit de startblokken is een voorbeeld van een bewuste reactie op een prikkel.

Spierwerking veronderstelt steeds **samentrekking van de spier**. In 3.3 gaan we daar dieper op in.

In wat volgt bespreken we bewegingen die veroorzaakt worden door spierwerking, **al dan niet in samenwerking met het skelet**.

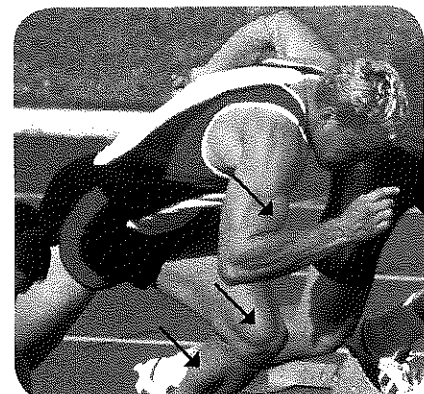
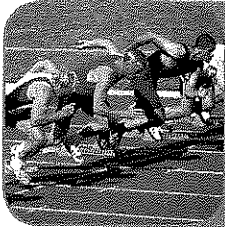


Fig. 4.3 De pijlen duiden enkele werkende, dus samengetrokken spieren aan.



2

Spierwerking niet in samenwerking met het skelet

Bepaalde **spieren** in het lichaam zijn **niet verbonden met het skelet** en zullen er dan ook niet mee samenwerken. Enkele voorbeelden van zo'n spierwerking zijn:

- **kloppen van de hartspier**

De pompwerking van het hart wordt veroorzaakt door de afwisselende en ritmische samentrekking van voorkamers en kamers. Dat zorgt voor een constante bloedtoevoer naar de lichaamscellen.

- **haren rechtop zetten**

Aan elk haar is er een haarspiertje. Wanneer de **haarspiertjes** samentrekken, komen de haren rechtop te staan en komen de haarzakjes wat omhoog. Bij sterk behaarde dieren heeft dat als effect dat er een dikkere laag isolerende lucht rond de huid komt. Bij ons doet het omhoogkomen van de haarzakjes 'kippenvel' ontstaan.

- **peristaltiek**

De aanwezigheid van voedsel in het spijsverteringskanaal veroorzaakt een afwisselende samentrekking van **lengte- en kringspiieren** in de darmwand. Daardoor ontstaat er een **golfbeweging** of peristaltiek in de wand en wordt de voedselbrok verplaatst.

Ook in de wand van zaadleiters en eileiders bevinden zich lengte- en kringspiieren die aan peristaltiek doen. Door hun werking duwen ze de zaadcellen of de eicel vooruit.

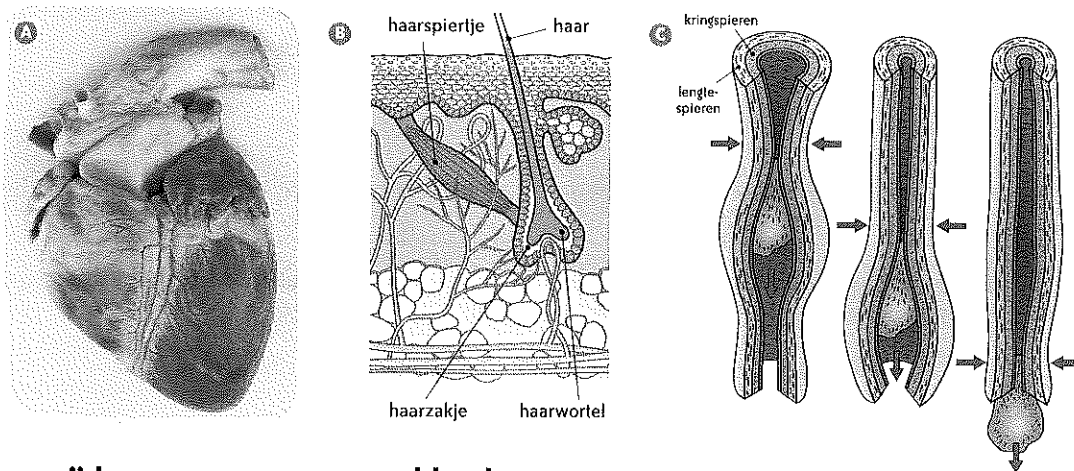


Fig. 4.4
A Varkenshart
B Haarspiertje in de huid
C Peristaltiek in de slokdarm waardoor een voedselbrok telkens een stukje verder wordt geduwd

- **verwijden en vernauwen van bloedvaten**

In de wand van de slagadertjes naar de organen komen kringspiertjes voor die de bloedtoevoer kunnen regelen. Naargelang de kringspiertjes meer of minder samentrekken, zal de diameter van de slagadertjes vernauwen of verwijden. Zo zal bv. de huid meer doorbloed worden bij warm weer of tijdens inspanningen, waardoor je lichaam door uitstraling van warmte kan afkoelen.

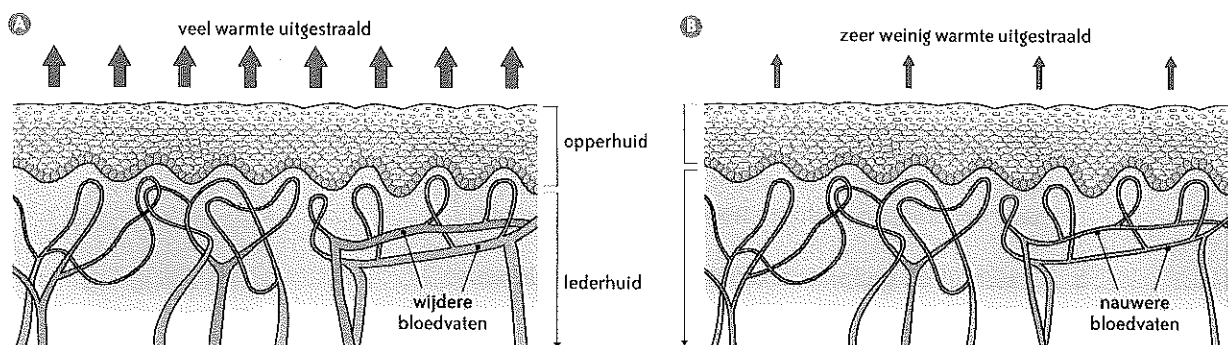


Fig. 4.5
A Doorbloeding van de huid bij warm weer
B Doorbloeding van de huid bij koud weer



OPDRACHT 2

- a Een aantal kringspieren zijn verantwoordelijk voor het tijdelijk afsluiten van doorgangen. We noemen ze sluitspiers. Ook deze spieren zijn niet verbonden met het skelet en werken er dus niet mee samen.

Op de figuur is zo'n sluitspier met een pijltje aangeduid.

- Benoem de aangeduide spijsverteringsorganen.

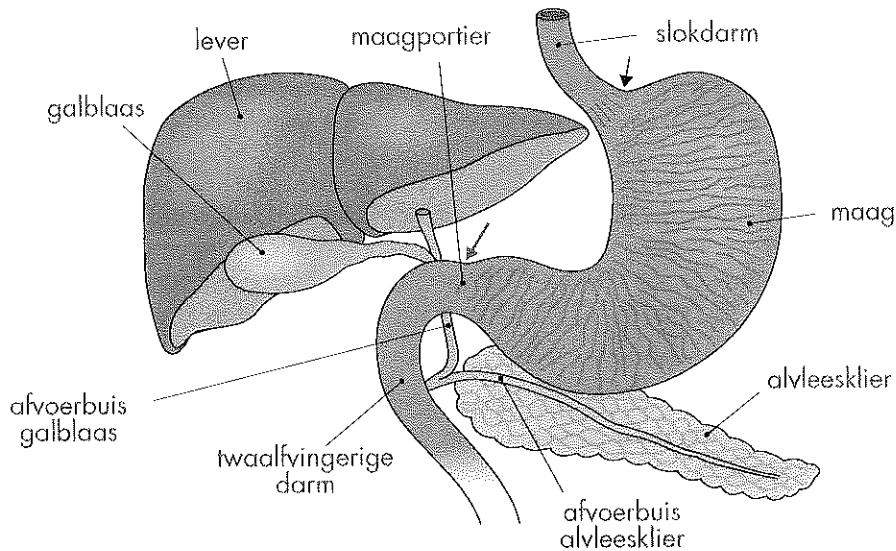


Fig. 4.6 Situering van een sluitspier (met pijltje aangeduid) in de spijsverteringsbuis

- Welke functie heeft de aangeduide sluitspier precies?

Ervoor zorgen dat er geen zure maaginhoud terugvloeit naar de slokdarm.

- Op welke andere plaats op de figuur is er ook een sluitspier noodzakelijk? Duid die plaats aan met een rood pijltje.

- b Noem nog twee andere plaatsen in het lichaam waar sluitspiers doorgaans samengetrokken zijn om doorgangen tijdelijk af te sluiten.

- In verband met het spijsverteringsstelsel: uitgang van de endeldarm = anus
- In verband met het uitscheidingsstelsel: uitgang van de blaas



OPDRACHT 3

Incontinentie is een aandoening waarbij urine of ontlasting niet kan worden opgehouden. Over welke spieren hebben mensen met incontinentie de beheersing verloren?

de sluitspier van de blaas en de anus



OPDRACHT 4

- a Ook in het oog komen enkele spieren voor die niet samenwerken met het skelet. Over welke spieren gaat het? Duid ze aan en benoem ze op de figuur.

- b Omschrijf de gezamenlijke functie van die spieren.

De grootte van de pupil regelen.

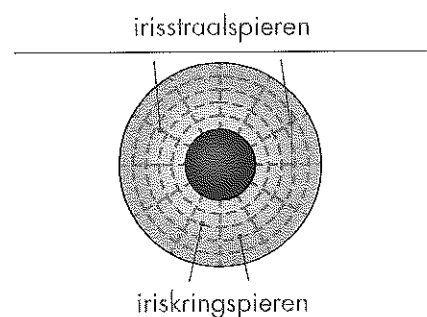
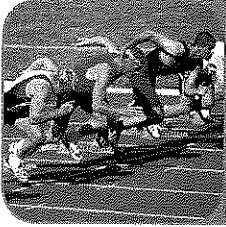


Fig. 4.7 Spieren in de iris



3

Spierwerking in samenwerking met het skelet

Beweging van het lichaam veronderstelt spierwerking die **beenderen** ten opzichte van elkaar doet bewegen in de **gewrichten**. Omdat die spieren met het skelet verbonden zijn, worden ze **skeletspieren** genoemd.

Beenderen, gewrichten en skeletspieren vormen de belangrijkste **bewegingsstructuren** van ons lichaam.

3.1 Skelet

Een compleet menselijk skelet of geraamte bestaat uit 206 beenderen (in het dagelijks taalgebruik spreekt men ook over 'botten') die in grootte en vorm variëren. Het grootste is het dijbeen, de gehoorbeentjes in het middenoor zijn de kleinste.

De unieke **vorm** van elk been van het skelet **bepaalt de functie** van dat been.

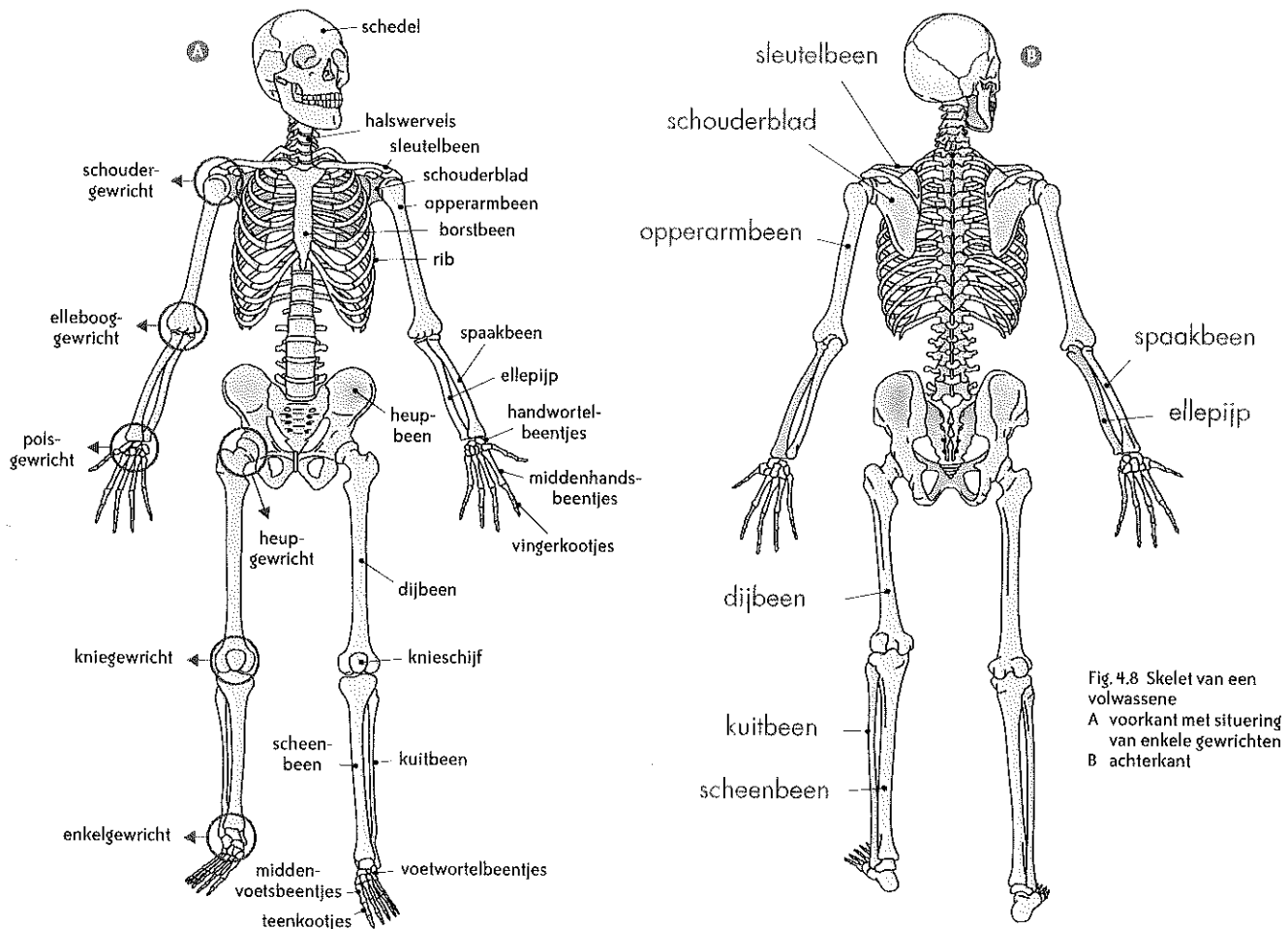


Fig. 4.8 Skelet van een volwassene
A voorkant met situering van enkele gewrichten
B achterkant



OPDRACHT 5

Bedek Fig. 4.8 A en benoem de aangeduide beenderen op Fig. 4.8 B.

3.1.1 Functies van beenderen

Enkele belangrijke functies van beenderen zijn:

- **steun** en **vorm** geven aan het lichaam.
- **beweging** mogelijk maken: beenderen zijn aanhechtingsplaatsen voor spieren. Als die spieren samentrekken, kunnen ze beenderen t.o.v. elkaar laten bewegen.
- een **opslagplaats van mineralen** (calcium en fosfaat) vormen. Die mineralen worden in de beenderen opgeslagen of eruit vrijgemaakt, wanneer ze nodig zijn op andere plaatsen in het lichaam.
- **bescherming van weke organen.** De hersenschedel beschermt de hersenen. Borstbeen, ribben en wervelkolom, die deel uitmaken van de borstkas, beschermen hart en longen. De heupbeenderen beschermen de darmen, baarmoeder en urineblaas.
- **aanmaak van bloedcellen.** Bij kinderen worden rode bloedcellen, witte bloedcellen en bloedplaatjes aangemaakt in de mergholten van alle beenderen. Die holten zijn gevuld met **rood beenmerg**. Op de leeftijd van 20 jaar heeft het beenmerg van de meeste lange beenderen deze functie verloren. Het rode beenmerg is dan overgegaan naar geel beenmerg dat voornamelijk uit vet bestaat. Bij volwassenen komt bloedcelvorming nog uitsluitend voor in de beenderen van de schedel, de ribben, het borstbeen, de wervels, het bekken en in het bovenste deel van het dijbeen en opperarmbeen.

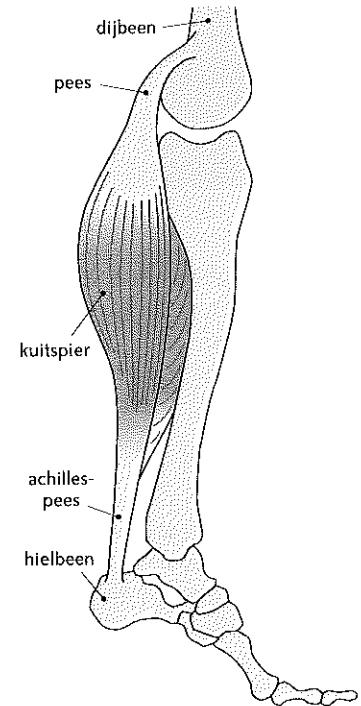


Fig. 4.9 Door samentrekking van de kuitspier, met pezen aangehecht op dijbeen en hielbeen, wordt de voet gestrekt in het enkelgewricht.

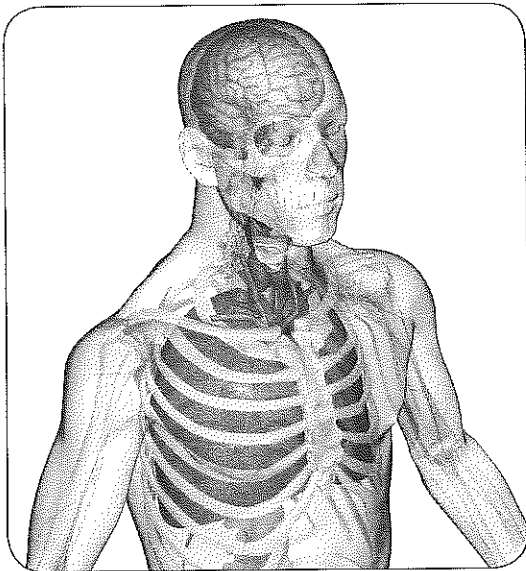


Fig. 4.10 De hersenschedel beschermt de hersenen; borstbeen, ribben en wervelkolom beschermen het hart en de longen.

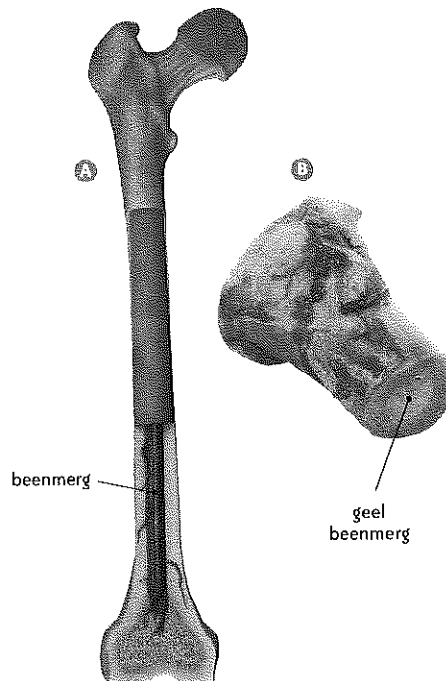


Fig. 4.11
A Gedeeltelijke overlangse doorsnede van het rechterdijbeen
B Dwars doorgesneden been van een rund gevuld met geel beenmerg dat voornamelijk uit vet bestaat

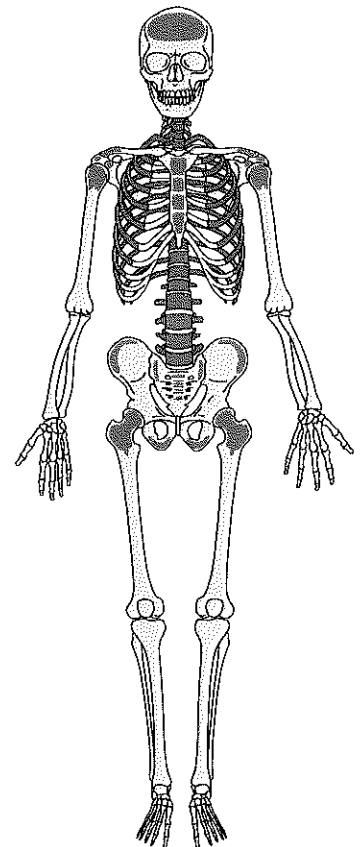


Fig. 4.12 Skelet van een volwassene met situering van rood beenmerg (rode zones) waar bloedcellen worden aangemaakt

3.1.2 Macroscopische bouw van beenweefsel (U)

Bij een overlangse doorsnede van een lang been, bv. het dijbeen, kun je macroscopisch twee vormen van beenweefsel onderscheiden:

- **compact been**

Aan de **buitenkant** van het been, binnen het beenvlies, heeft het beenweefsel een heel dichte en stevige structuur; we spreken van **compact been**. Vooral aan de schacht van een lang been komt een dikke laag compact been voor.

- **sponsachtig been**

Aan de **uiteinden** en in het **centrum** van de schacht bestaat het beenweefsel uit een netwerk van beenbalkjes met grote holten ertussen. De structuur doet denken aan een spons, vandaar dat we spreken van **sponsachtig been**. In de holten ervan bevindt zich **beenmerg**.

Op het eerste gezicht lijkt beenweefsel uit een levenloze massa te bestaan. Toch is het een **levend en zeer actief weefsel** dat continu afgebroken en opnieuw opgebouwd wordt. Dat verklaart waarom botbreuken snel en doeltreffend hersteld worden.

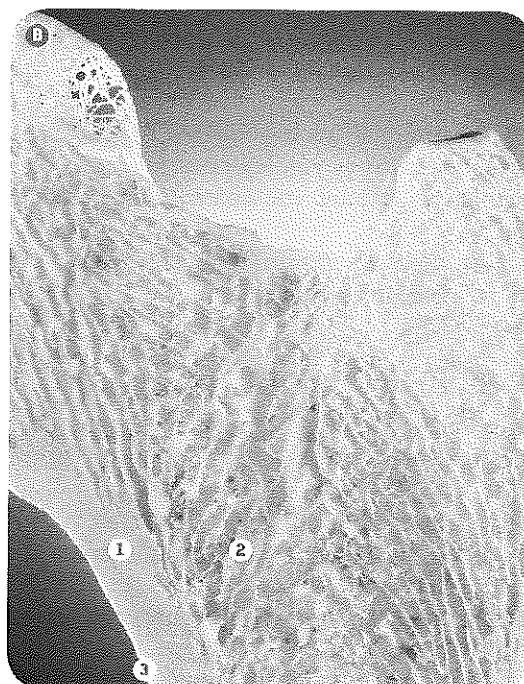
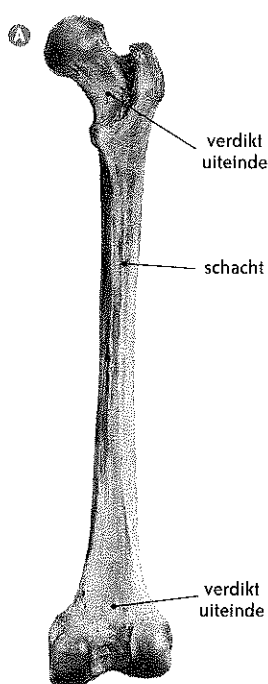


Fig. 4.13
A Vooraanzicht van het linkerdijbeen
B Overlangs doorgesneden dijbeenkop
1 Compact been
2 Sponsachtig been
3 Beenvlies



OPDRACHT 6

Frisdranken, zoals cola, bevatten veel fosforzuur. Deze stof bindt zich in het spijsverteringskanaal aan calcium. Dat bemoeilijkt de calciumopname in de beenderen en heeft meer calciumverlies via de urine tot gevolg. Dagelijks frisdranken drinken verhoogt daarom het risico op een beenbreuk op latere leeftijd.

Met welke functie van het skelet heeft bovenstaande informatie te maken?

Beenderen zijn een opslagplaats van mineralen.



OPDRACHT 7

Leukemie is een verzamelnaam voor kanker van witte bloedcellen. Beenmergtransplantatie wordt vaak als behandeling toegepast. Daarbij worden zieke beenmergcellen vervangen door gezonde beenmergcellen (van een donor). Leg het verband uit tussen leukemie en beenmergtransplantatie.

In het beenmerg worden bloedcellen aangemaakt. Zieke beenmergcellen maken kwaadaardige witte bloedcellen aan. Daarom worden ze vervangen door goed functionerende beenmergcellen.

3.1.3 Osteoporose (botmassaverlies) (U)

Tussen het 20ste en 30ste levensjaar bereiken de botten hun maximale massa. Voor een goede btopbouw zijn voeding met voldoende calcium (melkproducten), vitamine D (voldoende zonlicht) en regelmatige lichaamsbeweging van belang.

Vanaf de middelbare leeftijd begint de botmassa af te nemen. Dat is een gevolg van een **onevenwicht tussen btopbouw en -afbraak**; er is een verminderde btopbouw en een toegenomen botaafbraak. Ook de afgenomen hoeveelheid oestrogeen bij vrouwen in de menopauze verhoogt het **risico op botmassaverlies**.

Bij sommige personen begint de botmassa sneller dan normaal af te nemen en worden de **beenderen poreus**. We noemen die ziekte **osteoporose**.

Vooraf de hollen van het sponsachtig been nemen toe. De belangrijkste gevolgen zijn een toename van het risico op breuken (vooral van de heup, het dijbeen en de pols) en wervelinzakking waardoor de lichaamshgengte afneemt.

De **behandeling** is preventief om bij ouderen het risico op vallen te verminderen: het dragen van heupbeschermers, aanpassing van de woning en gebruik van een rollator (hulpmiddel bij het stappen).

Daarnaast kunnen er geneesmiddelen ingezet worden die botaafbraak remmen en botvorming stimuleren.



Fig. 4.14 Gekleurde röntgenfoto van een dijbeenbreuk als gevolg van osteoporose



OPDRACHT 8

In verband met opbouw en afbraak van bot spreken we van piekbotmassa; dat is de maximale hoeveelheid beenweefsel die men opbouwt. De piekbotmassa wordt bereikt rond de leeftijd van 35 jaar.

Voor het bereiken van een hoge botmassa is skeletbelastende lichaamsbeweging van belang, m.a.w. lichaamsbeweging tegen de zwaartekracht in.

- a Zijn lopen en zwemmen even bevorderlijk voor de toename van de botmassa? Leg uit.

Lopen wel, maar zwemmen niet, omdat de zwaartekracht voor een deel wordt weggenomen door de ondersteuning van het water.

- b Bij astronauten die lange tijd in de ruimte verblijven, stelt men botmassaverlies vast. Hoe komt dat?

Astronauten verblijven in de ruimte in gewichtloze toestand. Dat betekent dat hun bewegingen het skelet niet belasten en dat de btopbouw dus stilvalt, terwijl de botaafbraak doorgaat.

- c Waarom is het botmassaverlies bij astronauten omkeerbaar bij terugkeer uit de ruimte?

Bij terugkeer uit de ruimte herstelt de botmassa zich, omdat het lichaam dan opnieuw onderhevig is aan de zwaartekracht.

3.2 Gewrichten

3.2.1 Bouw van een gewricht

Een gewricht is een **verbinding tussen twee beenderen** die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. In een gewricht komen de volgende onderdelen voor:

- **gewrichtskop:** het ronde uiteinde van het been dat een deel van het gewricht vormt.
- **gewrichtskom:** het komvormige uiteinde van het been dat het andere deel van het gewricht vormt.
- **gewrichtskraakbeen:** gladde, taaie laag die de gewrichtsvlakken bedekt. Hierdoor kunnen de beenderuiteinden soepel bewegen ten opzichte van elkaar en wordt slijtage van de beenderen voorkomen.
- **gewrichtskapsel:** bindweefsel dat de beenderuiteinden in het gewricht omhult en aansluit op het been en het kraakbeen. Het gewrichtskapsel maakt **gewrichtssmeer** aan dat afgescheiden wordt in de **gewrichtsholte**.
- **gewrichtssmeer:** stroperige vloeistof in het gewricht, die werkt als een soort vet waardoor de beenderen soepel kunnen bewegen.
- **gewrichtsbanden:** stevig bindweefsel aan de buitenkant van een gewricht, aangehecht op beide beenderuiteinden. Gewrichtsbanden zorgen voor extra stevigheid van het gewricht door de beenderen op hun plaats te houden.



OPDRACHT 9

Maak gebruik van de omschrijving van de onderdelen van een gewricht om ze aan te duiden op Fig. 4.15. Plaats in elke cirkel het juiste nummer.

Kies uit: gewrichtskop (1), gewrichtsholte met gewrichtssmeer (2), gewrichtskapsel (3), gewrichtsvlakken met kraakbeenweefsel (4), gewrichtskom (5), gewrichtsband (6).

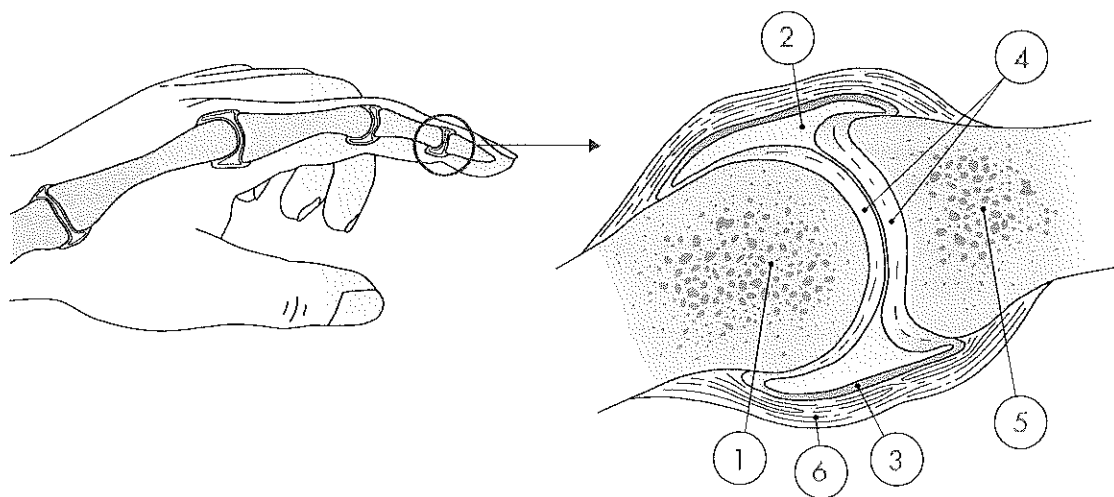


Fig. 4.15 Bouw van een vingergewricht, een beweeglijke verbinding tussen twee vingerkootjes



OPDRACHT 10

's Morgens zijn je gewrichten minder soepel dan 's avonds en een pianovirtuoos zal voor het spelen vingerbewegingen maken. Kun je dat verklaren?

Door te bewegen, komt er meer gewrichtssmeer in de gewrichtsholte, waardoor de beenderen soepeler kunnen bewegen ten opzichte van elkaar.



OPDRACHT 11

- a Een synoniem voor verstuiking is verzwikking, hoewel in de volksmond een verzwikte enkel misschien wat minder ernstig klinkt dan een verstuikte enkel. Omschrijf het gewrichtsletsel bij een verzwikking zo precies mogelijk.

De gewrichtsbanden zijn uitgerekt.

- b Op de röntgenfoto van een vinger zie je een gewrichtsletsel dat nog ernstiger is dan een verzwikking.

- Wat is er precies gebeurd ter hoogte van het gewricht?

De gewrichtskop is uit de gewrichtspan.

- Hoe wordt zo'n gewrichtsletsel genoemd?

ontwrichting (luxatie)

- Hoe noem je de beenderen die het gewricht vormen?

vingerkootjes

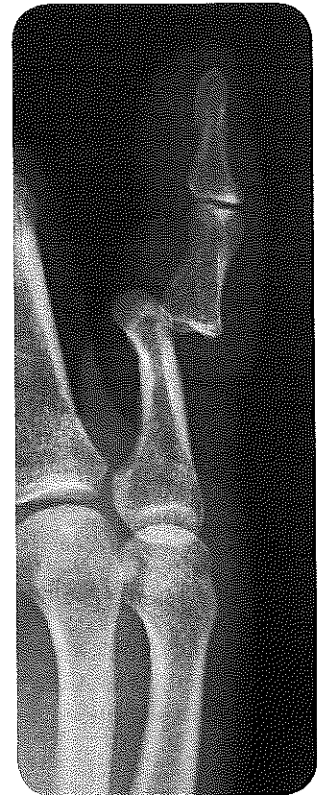


Fig. 4.16 Röntgenfoto van een vingerletsel



OPDRACHT 12

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Wat stel je op volgende röntgenfoto vast?

- a spierscheur
- b ontwrichting
- c beenbreuk
- d verstuiking

c

Geef de naam van de twee gewrichten die op deze foto te zien zijn.

kniegewricht en enkelgewricht



Fig. 4.17 Röntgenfoto van een letsel



OPDRACHT 13

Op de foto zie je een gespalkte vinger. Wat is de bedoeling van spalken?

Het gewricht fixeren, zodat beweging tot een minimum wordt beperkt.

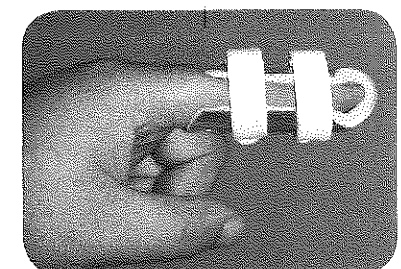


Fig. 4.18 Röntgenfoto van een gespalkte wijsvinger

3.2.2 Soorten gewrichten en hun bewegingsmogelijkheid (U)

Er bestaan verschillende soorten gewrichten, volgens de bewegingsmogelijkheden die ze toelaten.



OPDRACHT 14

Noteer in de derde kolom het nummer van het gewricht bij de juiste pijl.

soort gewricht volgens de bewegingsmogelijkheid		
1 zadelgewricht De beenderen kunnen ten opzichte van elkaar in twee loodrecht op elkaar staande richtingen bewegen.		
2 draaigewricht Het ene been draait rond een as die door een uitsteeksel van het andere been gevormd wordt.		
3 scharniergewricht Beweging is alleen mogelijk in één vlak (op en neer).		
4 kogelgewricht De gewrichtskop van het ene been draait in de gewrichtskom van het andere been, waardoor beweging in verschillende richtingen mogelijk is.		
5 rolgewricht Het ene been draait in de lengteas om het andere been.		

Fig. 4.19



OPDRACHT 15

a Welk gewricht gebruik je als je een kraan opendraait?

rolgewricht tussen spaakbeen en ellepijp

b Welk gewricht gebruik je als je voedsel naar je mond brengt?

scharniergewricht nl. de elleboog

3.3 Skeletspieren

3.3.1 Wat zijn skeletspieren?

Skeletspieren zijn spieren die met **pezen** vastzitten aan de **beenderen** van het skelet. Als skeletspieren samentrekken, dan trekken ze aan de beenderen zodat er beweging in het **gewricht** ontstaat.

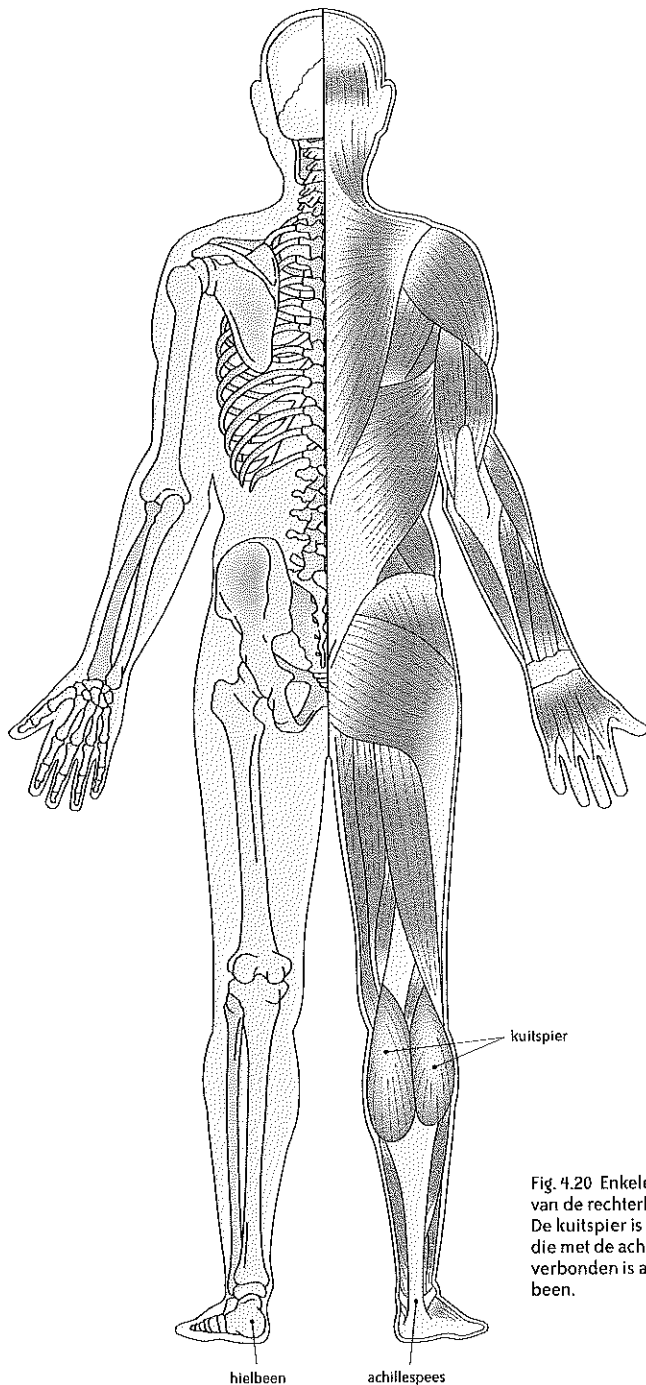


Fig. 4.20 Enkele skeletspieren van de rechterlichaamshelft. De kuitspier is een skeletspier die met de achillespees verbonden is aan het hielbeen.



Peesontsteking

Een **peesontsteking** (tendinitis) is een reactie van het lichaam op beschadiging van peesweefsel. Bij een peesontsteking voel je pijn op de aanhechtingsplaats van de pees aan het bot.

De meest voorkomende **oorzaak** van een peesontsteking is **overbelasting** door het veelvuldig herhalen van eenzelfde beweging, voortdurende zware belasting, vibraties (trillingen) of langdurige blootstelling aan kou.

Een **achillespeesontsteking** kan ontstaan door **overbelasting** als gevolg van **hardlopen**. De pijnklachten komen voor tussen het hielbeen en ongeveer 10 centimeter erboven.

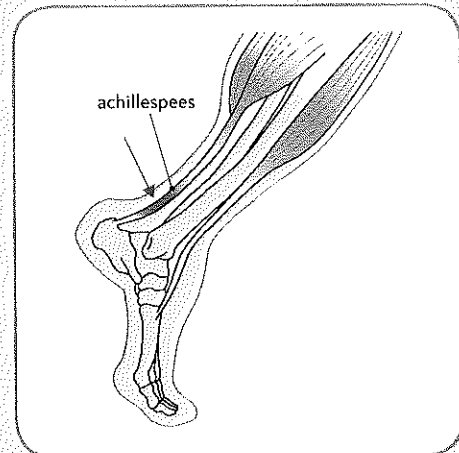


Fig. 4.21 Situering van een achillespeesontsteking

Behandeling van een peesontsteking

- Enkele weken **rusten** is de eerste en allerbelangrijkste maatregel. Rust biedt de pees de tijd om zich te herstellen.
- **Afkoelen met ijs** bevordert de genezing en tempert de pijn. Je kunt de pijnlijke plek best een paar keer per dag gedurende een tiental minuten met een ijsblokje masseren. Daarvoor doe je enkele ijsblokjes in een plastic zak, die je in een handdoek wikkelt. Dat pak kun je dan op de pijnlijke plaats leggen. Zo zorg je ervoor dat je het ijs nooit rechtstreeks op de huid legt; dat kan immers vrieswonden veroorzaken.



OPDRACHT 16

Is de accommodatiespier in het straallichaam van het oog een skeletspier? Motiveer je antwoord.

Nee, want de accommodatiespier is een kringspier, die niet met pezen aan het skelet verbonden is.

3.3.2 Antagonistische spieren

Elke beweging die het gevolg is van spierwerking komt steeds tot stand door **samentrekking** of **contractie** van spieren. Dat kun je goed waarnemen als je je arm achtereenvolgens buigt en strekt.



AAN DE SLAG 19 Spierwerking bij armspieren observeren

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Wat heb je nodig?

- een zwaar voorwerp, zoals een boekentas

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Werkwijze en waarnemingen

- 1 Ontbloot je arm.
- 2 Til het voorwerp met één arm op en laat het opnieuw zakken.
- 3 Voel tijdens beide bewegingen aan de voorkant en de achterkant van de bovenarm.
- 4 Observeer de vormverandering van de biceps. Deze spier ligt aan de voorkant van de bovenarm; aan het ene uiteinde is de biceps met pezen verbonden aan het schouderblad en aan het andere uiteinde is ze vastgehecht aan het spaakbeen.
- 5 Observeer de vormverandering van de triceps. Deze spier ligt aan de achterkant van de voorarm; aan het ene uiteinde is de triceps met pezen verbonden aan het schouderblad en het opperarmbeen en aan het andere uiteinde is ze vastgehecht aan de ellepijp.

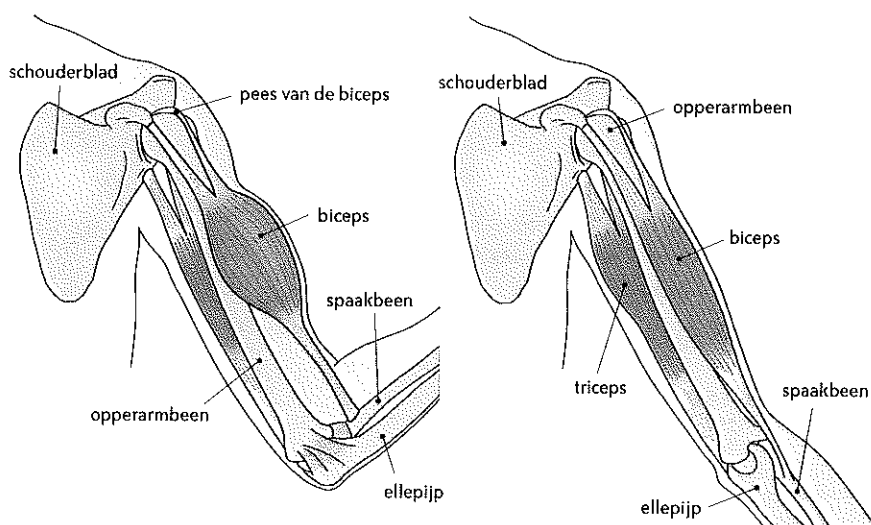


Fig. 4.22
Werking van biceps en triceps tijdens buigen en strekken van de arm

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Omdat de arm gebogen wordt als de biceps samentrekt, noemen we deze spier een **BUIGER / STREKKER**.
Als de triceps samentrekt, wordt de arm gestrekt. Daarom noemen we de triceps een **BUIGER / STREKKER**.

Spieren, zoals de biceps en de triceps, die een tegengestelde werking hebben en daardoor een tegengestelde beweging veroorzaken, noemen we **antagonistische spieren** of kortweg **antagonisten** (tegenspelers).

Uit de werking van antagonistische spieren kunnen we afleiden dat een spier uitsluitend **actief** kan **samentrekken** (verkorten). Het opnieuw ontspannen (verlengen) van die spier gebeurt niet actief, maar is het gevolg van de samentrekking van de antagonist.



OPDRACHT 17

Verklaar waarom een samengetrokken (werkende) biceps dikker is dan een samengetrokken triceps.

De biceps moet meer kracht ontwikkelen om de zwaartekracht te overwinnen.



OPDRACHT 18

Bekijk aandachtig de figuur.

- a Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Welke uitspraak is juist?

- A Als de dijbeiceps samentrekt, wordt de knie gebogen.
B Als de dijbeiceps samentrekt, wordt de knie gestrekt.

A

- b Wat doet de quadriceps als de dijbeiceps samentrekt?

ontspannen

- c Welke spier is de buiger en welke is de strekker?

- buiger: dijbeiceps
- strekker: quadriceps

- d Vul de zin aan.

Omdat de quadriceps en de dijbeiceps een tegen-
gestelde werking hebben, noemen we ze

antagonisten.

- e Leid uit de ligging van de darmbeenlendenspier
en de grote bilspier af welke spier beweging in
het heupgewricht mogelijk maakt.

- buiger: darmbeenlendenspier
- strekker: grote bilspier

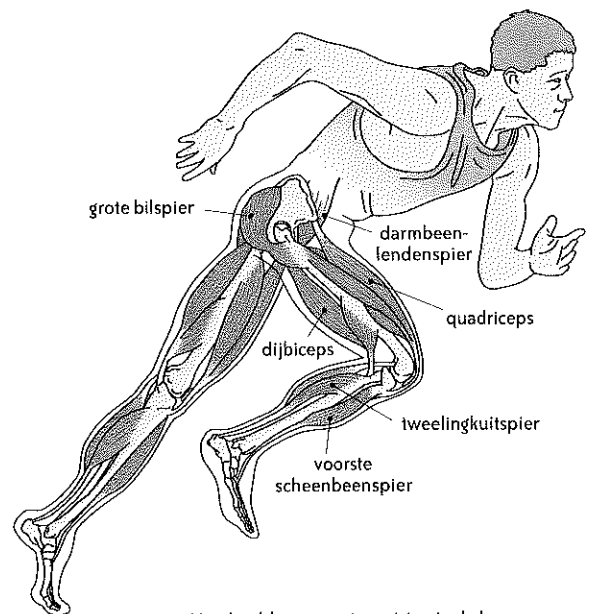


Fig. 4.23 Voorbeelden van antagonisten in de benen



OPDRACHT 19

Op de tekening zie je de twee antagonisten in het onderbeen.

- a Welke beweging gebeurt er bij samentrekking van spier 1? Schrap
wat niet past.

De voet wordt GEBOGEN / GESTREKT t.o.v. het onderbeen.

- b Welk gewricht is betrokken bij die beweging?

enkelgewricht

- c Welke beweging gebeurt er bij samentrekking van spier 2? Schrap
wat niet past.

De voet wordt GEBOGEN / GESTREKT t.o.v. het onderbeen.

- d Benoem de buiger: voorste scheenbeenspier

Benoem de strekker: tweelingkuitspier

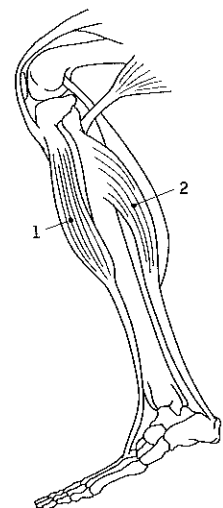


Fig. 4.24 Twee antagonisten van het onderbeen



OPDRACHT 20

Op de tekening zie je de biceps en de triceps van een arm in zij aanzicht. De cirkel boven de arm stelt het hoofd in zij aanzicht voor.

- Teken de neus van de persoon op de juiste plaats in elke cirkel; houd rekening met de ligging van biceps en triceps.
- Bij het buigen en strekken van de arm verandert de omvang van biceps en triceps. Teken met potlood op de juiste stippellijn de omtrek van beide spieren bij het buigen en strekken.
- Als je de spiermassa van biceps en triceps vergelijkt, stel je een duidelijk verschil vast. Waaraan is dat verschil te wijten?

De spiermassa van de biceps is groter, omdat deze spier tegen de zwaartekracht in moet werken.

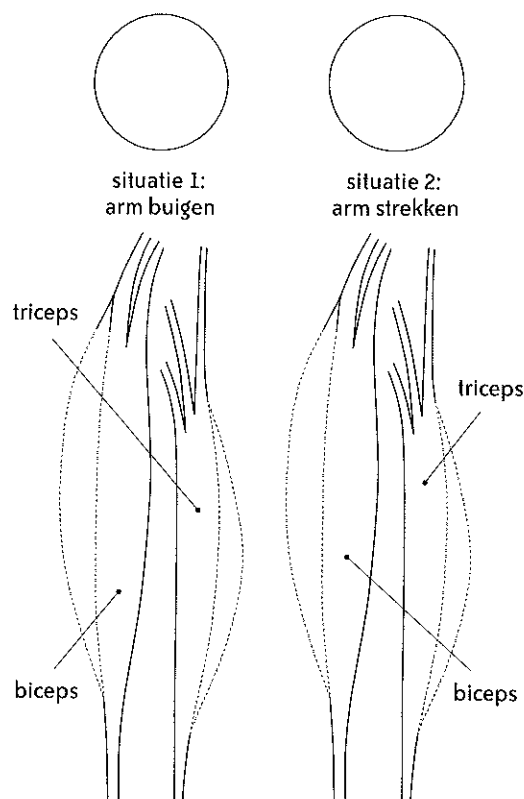


Fig. 4.25 Vormveranderingen van biceps en triceps



OPDRACHT 21

- Vergelijk de ligging van de buigers en de strekkers in de bovenarm en in het onderbeen. Schrap wat niet past.

De buigers liggen aan de **VOORKANT** / **ACHTERKANT**, de strekkers aan de **VOORKANT** / **ACHTERKANT**.

- Welk verband is er tussen de ligging van de antagonisten en de bewegingsrichting in het ellebooggewricht en het enkelgewricht?

Door de overeenkomstige ligging van de antagonisten scharnieren de gewrichten in dezelfde richting.



OPDRACHT 22

Op de figuur zie je hoe iemand zijn linkerbeen van stand 1 naar stand 3 brengt. Welke spier is verantwoordelijk voor het strekken van de knie?

de quadriceps

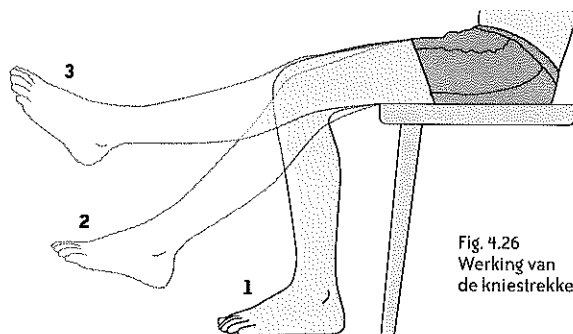


Fig. 4.26 Werking van de kniestrekker



OPDRACHT 23

Op de vraag van de leerkracht om een voorbeeld van twee antagonisten te geven, antwoordt een leerling: 'De spier die het hoofd doet knikken en de spier die het hoofd doet nee schudden.'

Is dat antwoord juist? Motiveer je antwoord.

Nee, voor het knikken van het hoofd heb je antagonisten nodig, want knikken zelf houdt twee tegengestelde bewegingen in. Hetzelfde geldt voor het nee schudden van het hoofd.

3.3.3 Macroscopische bouw van een skeletspier (V)

Een skeletspier is opgebouwd uit een dikker (rood) middengedeelte, de **spierbuik**, die in twee richtingen uitloopt op (witte) **pezen**.

Een spier is omgeven door een stevig vlies: de **spierschede**, die een aantal **spierbundels** omsluit. Elke spierbundel is op zijn beurt omgeven door een **bundelschede**. De scheden en pezen lopen in elkaar over en zijn opgebouwd uit bindweefsel.

Elke spierbundel is een verzameling van een groot aantal **spiervezels**. Tussen de spierbundels en de spiervezels liggen **bloedvaten** en **zenuwen**.

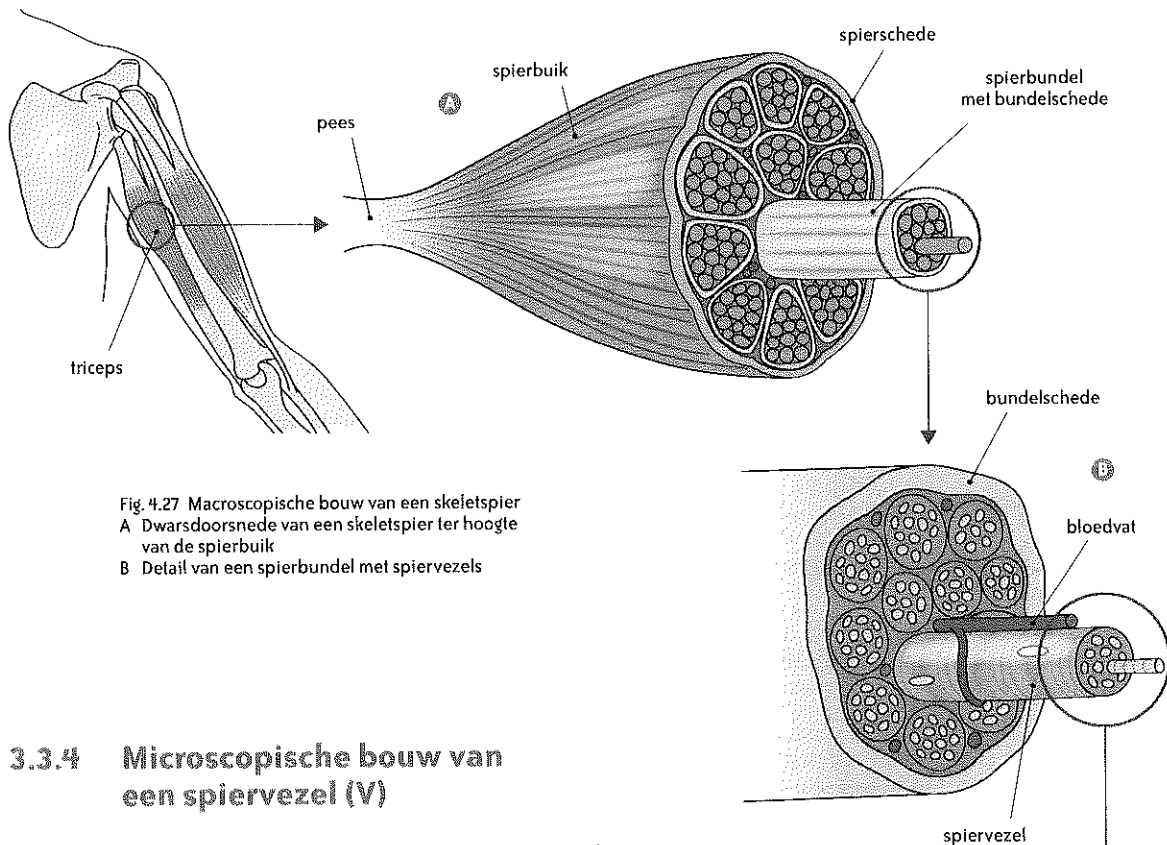


Fig. 4.27 Macroscopische bouw van een skeletspier
A Dwarsdoorsnede van een skeletspier ter hoogte van de spierbuik
B Detail van een spierbundel met spiervezels

3.3.4 Microscopische bouw van een spiervezel (V)

Een spiervezel van een skeletspier wordt begrensd door een celmembran of **sarcolemma**, dat het cytoplasma of **sarco-plasma** in de spiervezel omgeeft. (Sarks is het Griekse woord voor vlees).

In het sarcoplasma liggen draadvormige structuren of **spierfibrillen** en **meerdere celkernen**, die tegen het sarcolemma aanliggen.

Dat een spiervezel meerdere celkernen heeft, is een gevolg van de samensmelting van vele kleine spiercellen tijdens de embryonale ontwikkeling. Daarom is 'spiervezel' een betere benaming dan 'spiercel'. Spiervezels zijn even lang als de spierbuik waar ze deel van uitmaken.

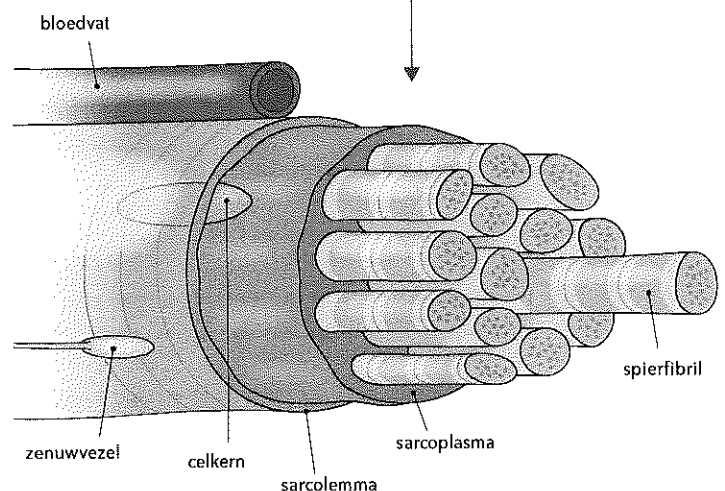


Fig. 4.28 Microscopische bouw van een spiervezel, die bestaat uit meerdere spierfibrillen

Bij nauwkeurig lichtmicroscopisch onderzoek kun je in de spiervezels van skeletspieren **dwarse streepjes** waarnemen. Donker gekleurde bandjes wisselen af met lichter gekleurde bandjes. Om dat streepjespatroon te verklaren, is een nog sterkere vergroting nodig ($\times 10\,000$). Dergelijke vergroting verkrijgen we met de elektronenmicroscop.

3.3.5 Elektronenmicroscopische bouw van een spierfibril (V)

Een spierfibril is opgebouwd uit draadvormige **filamenten**, die bestaan uit twee soorten eiwitten: **actine** en **myosine**. Een spierfibril is in de lengte ingedeeld in segmenten of **sarcomeren**, die van elkaar gescheiden zijn door **Z-platen**. Per segment liggen de dunne actinefilamenten, die aan een kant verbonden zijn met een Z-plaat, gedeeltelijk tussen de dikere myosinefilamenten geschoven. Die regelmatige schikking van actine en myosine veroorzaakt de **dwarse strepen** die je kunt waarnemen bij lichtmicroscopisch onderzoek van een spiervezel.

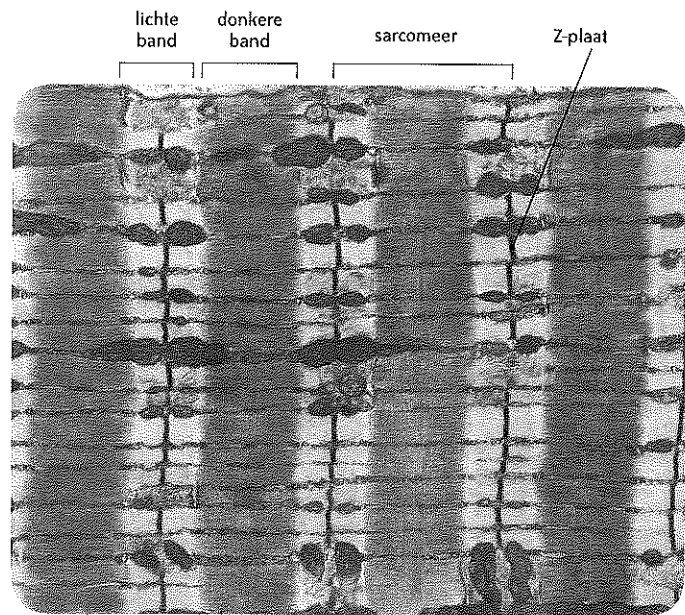


Fig. 4.29 Elektronenmicroscopische foto van een dwarsgestreepte spiervezel

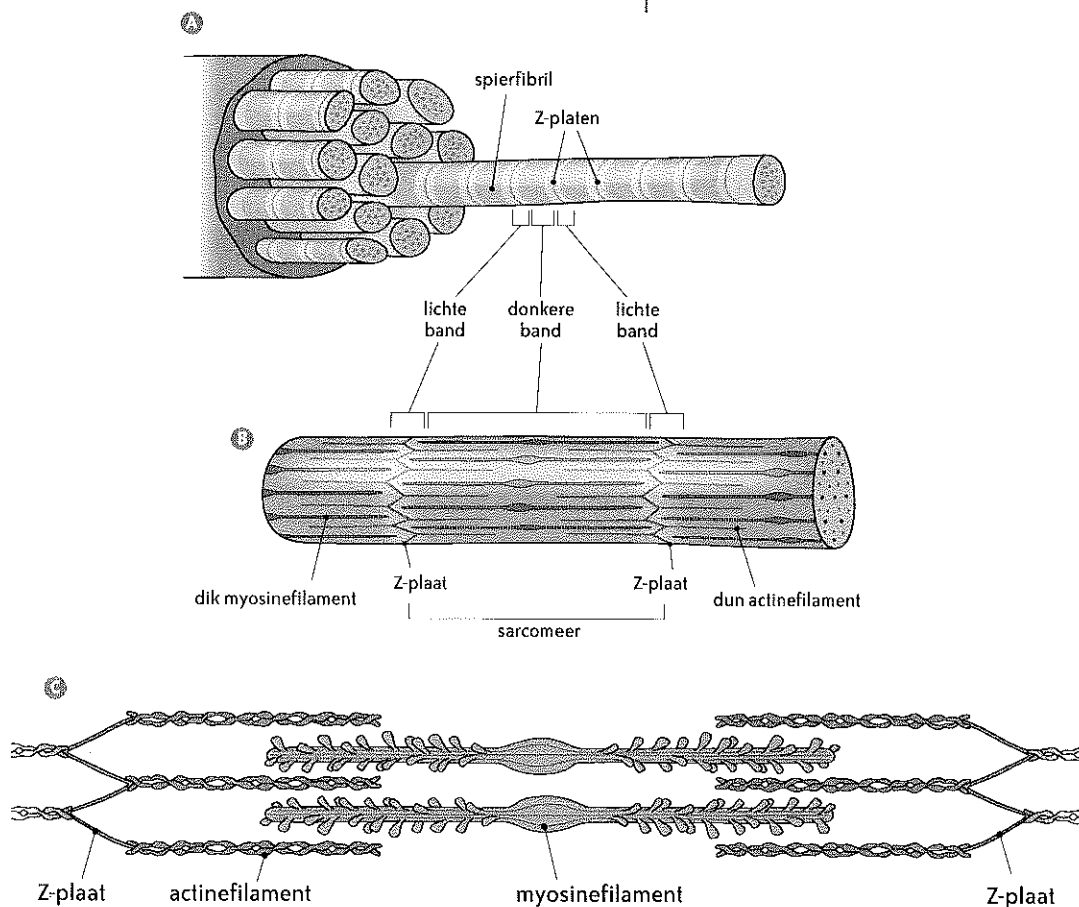


Fig. 4.30
 A Microscopische bouw van een spiervezel
 B Elektronenmicroscopische bouw van een spierfibril
 C Regelmatige schikking van actine- en myosinefilamenten t.o.v. elkaar



AAN DE SLAG 20 Macroscopische bouw van een skeletspier onderzoeken

VRAAG

PLAN

UITVOERING

RESULTAAT

Wat heb je nodig?

- verse kippenvleugel
- pincet
- bekeerglas
- scalpel
- prepareernaalden
- schaarstijp
- kookplaat

VRAAG

PLAN

UITVOERING

RESULTAAT

Werkwijze en waarnemingen

1 Benoem op Fig. 4.31 de aangeduide vleugelbeenderen.

2 Verwijder de huid van de vleugelbeenderen.

De huid plakt enigszins aan de spieren door de aanwezigheid van bindweefsel.

3 Beweeg de twee grote delen van de vleugel ten opzichte van elkaar. In welk gewricht vindt deze beweging plaats?

ellebooggewricht

Duid dat gewricht aan op de tekening en benoem het.

4 Is er sprake van beweging door antagonisme wanneer je de beenderen in dat gewricht ten opzichte van elkaar beweegt? Motiveer je antwoord.

Nee, de beweging wordt hier niet door spieren veroorzaakt maar door onszelf. Spieren in een dood lichaam krijgen geen signalen meer om te werken.

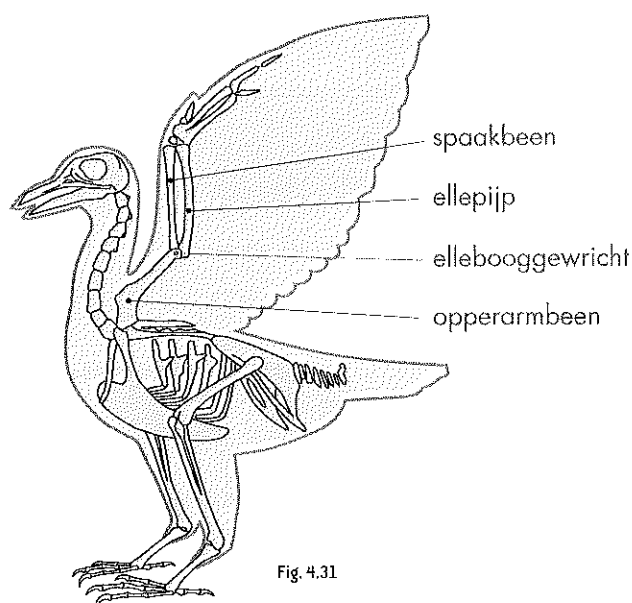


Fig. 4.31

5 Welke antagonistische spieren veroorzaken beweging in dat gewricht bij een levende kip?

biceps en triceps

- 6 Bestudeer een spier van de vleugel over de hele lengte. Het dikkere (rode) middengedeelte noemen we de spierbuik. Aan beide uiteinden is de spier bevestigd aan het been met een (witte) pees. Deze structuur is hoofdzakelijk opgebouwd uit bind weefsel.
De spier is omgeven door een stevig vlies: de spierschede.



Fig. 4.32
Kippenvleugel, gedeeltelijk
van de huid ontdaan

- 7 Snijd met een scalpel de spierbuik dwars door en maak met een fijn schaarje één spierhelft los van het been door de pees door te knippen. Laat deze spierhelft vervolgens een vijftal minuten koken in water.
8 Met prepareernaalden rafel je de gekookte spier uiteen in de richting waarin je de minste weerstand ondervindt. De structuren die je zo losmaakt, zijn spierbundels. Vergelijk ze met het snijvlak van de niet-gekookte spierhelft. Hier kun je nog het laagje bindweefsel waarne-
men dat rond deze structuren zit: de bundelschede.
9 Rafel de spierbundel verder uiteen, zodat je heel dunne draadjes verkrijgt. De dunste draadjes zijn de spiervezels.

VRAAG PLAN UITVOERING BESLUIT

Vul aan.

De macroscopische delen van een skeletspier zijn:

- 1 pees
- 2 spierbuik
- 3 spierschede
- 4 spierbundel met bundelschede
- 5 spiervezel

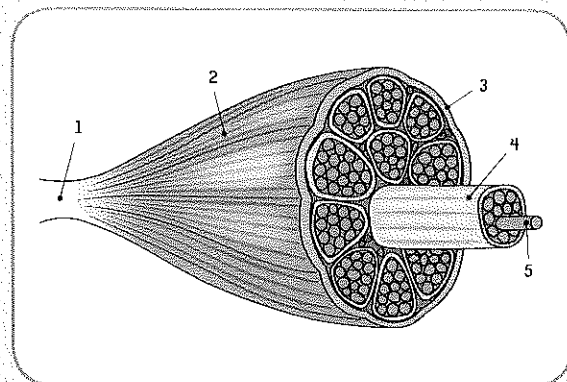


Fig. 4.33



OPDRACHT 24

- a Figuren A, B en C stellen dwarse doorsneden van een spierfibril voor, maar op verschillende plaatsen genomen.

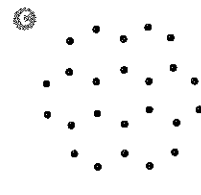
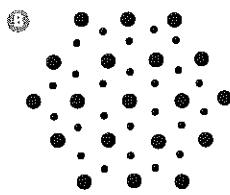
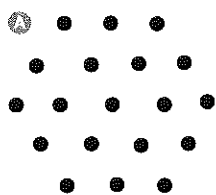


Fig. 4.34

Wat stellen de stippen voor? Vul in.

De dikke stippen stellen myosinefilamenten voor en de dunne stippen zijn actinefilamenten.

- b Vul in.

Fig. 4.35 is een schematische voorstelling van twee sarcomeren uit een spierfibril. Volgende delen zijn aangeduid:

- 1 Z-plaat
- 2 actinefilament
- 3 myosinefilament

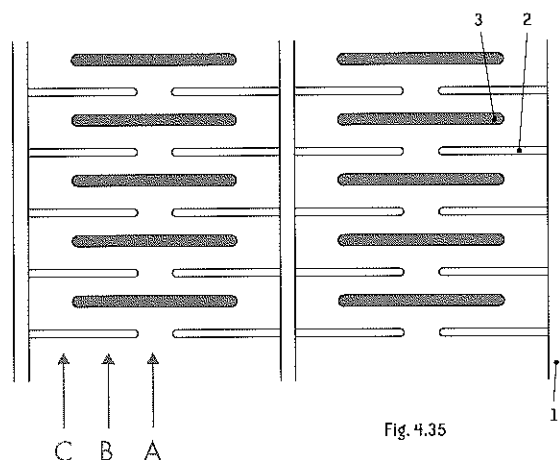
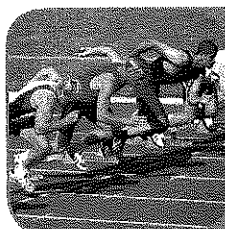


Fig. 4.35

- c Duid met een pijl de plaats aan van doorsneden A, B en C uit vraag a.



4

Soorten spierweefsel (V)

Spierweefsel van om het even welke spier is steeds opgebouwd uit **langwerpige cellen**, die voornamelijk bestaan uit **spierfibrillen**. Deze spierfibrillen zijn opgebouwd uit **actine- en myosinefilamenten**.

Op basis van **verschillen in bouw** en **werking** kunnen we drie soorten spierweefsel onderscheiden:

- **dwarsgestreept spierweefsel**
- **hartspierweefsel**
- **glad spierweefsel**.

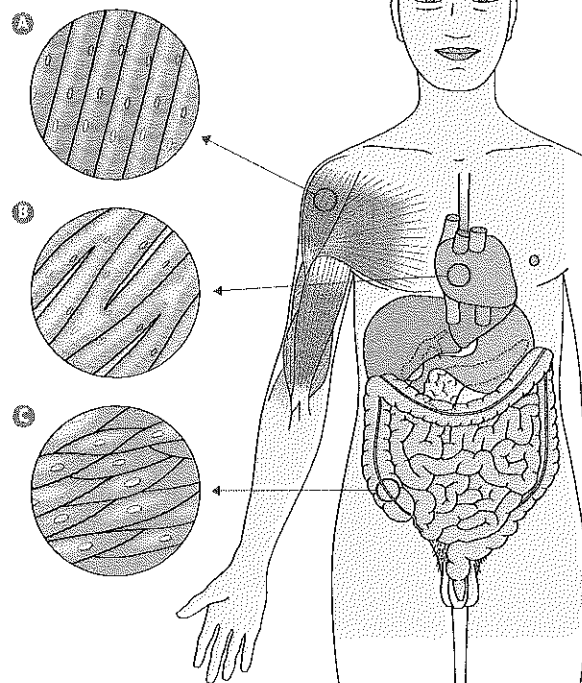
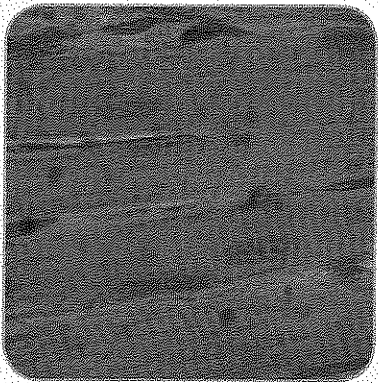
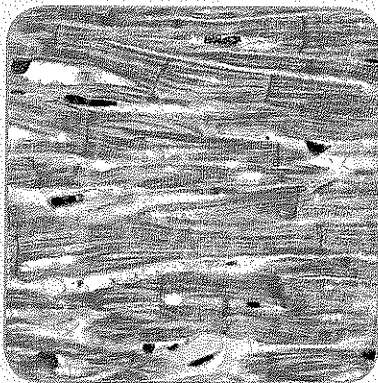
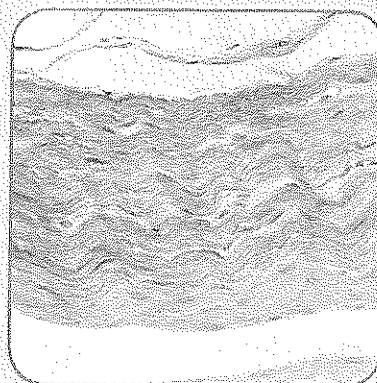


Fig. 4.36 Soorten spieren volgens de bouw van het spierweefsel
A Skeletspieren zijn dwarsgestreepte spieren.
B De hartspier is een bijzondere dwarsgestreepte spier.
C Spieren van inwendige organen zijn gladde spieren.

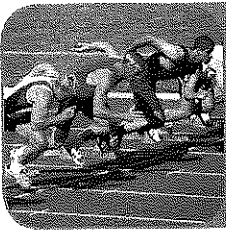
dwarsgestreept spierweefsel	hartspierweefsel	glad spierweefsel
		
Fig. 4.37 Microfoto van dwarsgestreept spierweefsel	Fig. 4.38 Microfoto van hartspierweefsel	Fig. 4.39 Microfoto van glad spierweefsel
voorbeelden		
alle skeletspieren	hartspier	alle gladde spieren
bouw		
- geordende ligging van actine- en myosinefilamenten waardoor dwarse strepen voorkomen - meerdere celkernen per spiervezel - spiervezel enkele cm lang	- dwarsgestreepte, vertakte spiervezels - één of twee celkernen per spiervezel - spiervezel 50 tot 100 μm lang	- geen geordende ligging van actine- en myosinefilamenten waardoor geen dwarse strepen voorkomen - één celkern per spiercel - spoelvormige cellen 0,5 mm lang
werking		
- reageert snel op een impuls en trekt snel samen - kan krachtig samentrekken - vlug vermoeid door groot energieverbruik tijdens de samentrekking - onder invloed van de wil	- reageert snel op een impuls en trekt snel samen - trekt ritmisch samen - kort uithoudingsvermogen bij snelle contracties - pompwerking kan wel ononderbroken een leven lang door de regelmatige afwisseling van samentrekking en rust van voorkamers en kamers - niet onder invloed van de wil	- reageert minder snel op een impuls en trekt langzaam samen - kan niet krachtig samentrekken - is vrijwel onvermoeibaar - niet onder invloed van de wil



OPDRACHT 25

Welke spieren zijn dwarsgestreept? Kies uit volgende spieren en noteer hun nummer: sluitspier van de blaas (1), accommodatiespier (2), kuitspier (3), tussenribspieren (4), kring- en lengtespieren van de darm (5).

3, 4



5

Hoe komt spiercontractie tot stand? (V)

De **samentrekking van een spier** is het gevolg van een zenuwimpuls die zorgt voor de **samentrekking van de spierfibrillen** in de spiercel.

5.1 Werking van spierfibrillen in skeletspieren



OPDRACHT 26

Bestudeer aandachtig Fig. 4.40.

a Schrap wat niet past.

De biceps is **SAMENGETROKKEN** / **ONTSPANNEN**

De triceps is **SAMENGETROKKEN** / **ONTSPANNEN**

b Wat is het belangrijkste verschil in de onderlinge positie van actine- en myosinefilamenten in een ontspannen spierfibril? Vul in.

Bij een spierfibril in rust zijn de actine- en myosinefilamenten wat verder uit elkaar geschoven.

De spierfibril is dan dun en lang.

c Wat gebeurt er met de actine- en myosinefilamenten als de spier samentrekt?

Ze schuiven in elkaar.

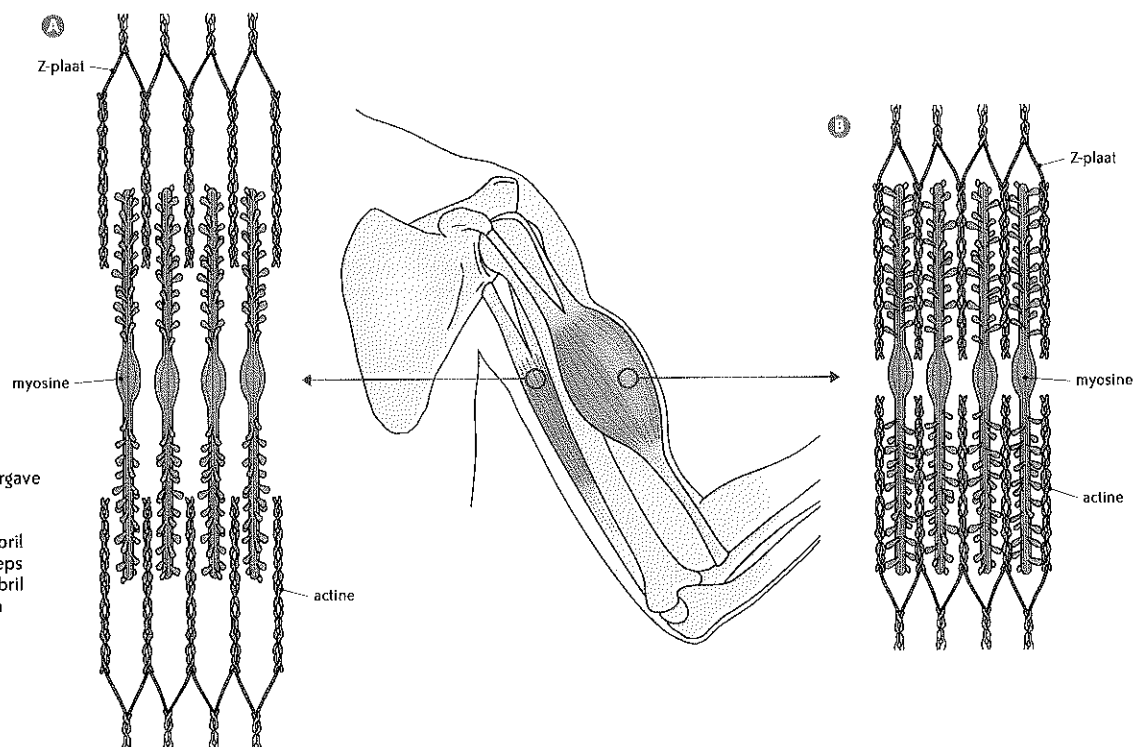


Fig. 4.40 Schematische weergave van de werking van een dwarsgestreepte spierfibril
A Sarcomeer in een spierfibril van een ontspannen triceps
B Sarcomeer in een spierfibril van een samengetrokken biceps

Bij activering van de spierfibril haken de myosinefilamenten zich vast aan de actinefilamenten en schuiven beide soorten filamenten als het ware in elkaar. Daardoor kan de spierfibril korter worden en kan de hele spier kracht ontwikkelen.

Hoe **meer spiervezels** je inzet bij een spiersamentrekking, des te **meer kracht** de spier ontwikkelt. Dat gebeurt bijvoorbeeld wanneer je je biceps heel fors opspant. De spier wordt dan nog dikker.

Door **spiertraining** maak je **meer actine en myosine** aan. Door de toename van actine en myosine in de spier neemt het spiervolume toe. Het gevolg is dat een getrainde spier **meer spierkracht** kan ontwikkelen.



Fig. 4.41 Door krachttraining ontwikkel je meer spiermassa.

5.2 Energie voor spierwerking

Om spieren te laten werken is er **energie** nodig. In de spiervezel is chemische energie aanwezig in de vorm van een reservesuiker nl. **glycogeen**. Ook in de levercellen stapelen we een reservehoeveelheid glycogeen op. We spreken respectievelijk van spier- en leverglycogeen.

Glycogeen kun je vergelijken met zetmeel bij planten: het is een grote molecule die bestaat uit een **aaneenschakeling van glucosemoleculen**.

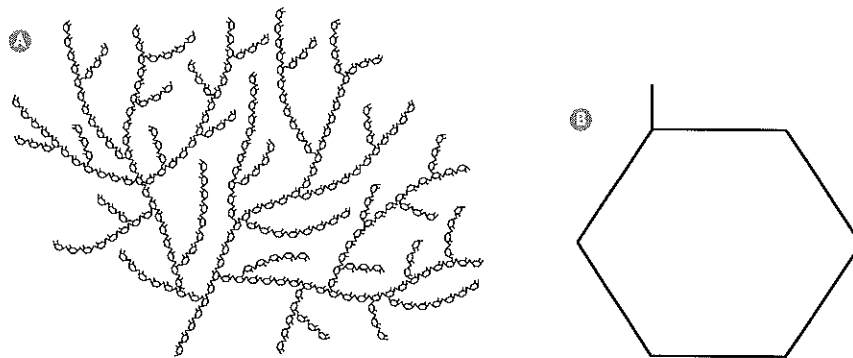
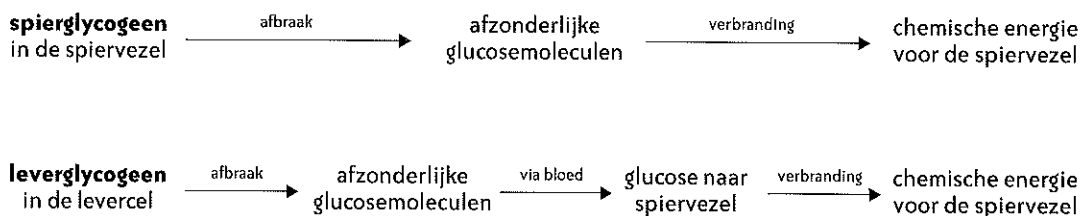


Fig. 4.42
A Schematische voorstelling van glycogeen. De zeshoekjes stellen aaneengeschakelde glucosemoleculen voor.
B Schematische voorstelling van een glucosemolecule

Wanneer we **inspanningen** leveren en de **vraag naar energie in de spieren stijgt**, wordt glycogeen in de spieren omgezet in afzonderlijke glucosemoleculen. Deze stofomzetting vindt ook plaats in de levercellen. Vanuit de lever wordt glucose via het bloed naar de spieren getransporteerd.

Door verbranding van glucose in de spiervezel komt energie vrij die nodig is om actine- en myosinefilamenten in elkaar te doen schuiven.

Schematisch voorgesteld:



Voor de verbranding van glucose is **zuurstofgas** nodig. Tijdens dat proces ontstaat er **CO₂** en **H₂O** die via het bloed naar de longen worden getransporteerd en vervolgens worden uitgeademd.

5.3 Oorzaken van spierkrampen (U)

Wanneer de zuurstofvoorziening naar de spieren tekortschiet, wordt **glucose omgezet zonder zuurstofgas**. Een groot nadeel is dat er daardoor **melkzuur** ontstaat. Dat afvalproduct heeft een nadelige invloed op de spierwerking.

Ophoping van melkzuur bemoeilijkt de samentrekking van de spiervezels en leidt tot **spiervermoeidheid**. De controle over de spieren vermindert en er treedt spierpijn op. Ophoping van melkzuur kan **spierkramp** veroorzaken.



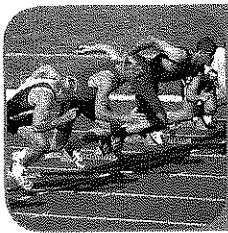
AAN DE SLAG 21 Informatie over oorzaken van spierkrampen opzoeken (ICT)

Zoek informatie over de oorzaken van spierkrampen.

Stel je daarbij de volgende vragen:

- Wat is spierkramp?
- Wat is de oorzaak van nachtelijke spierkrampen?
- Wat is het verband tussen calciumtekort en spierkramp?
- Wat is het verband tussen melkzuurvorming en spierkramp?
- Hoe moet je omgaan met spierkrampen?
- Hoe kun je spierkramp voorkomen?

Rapporteer, alleen of in groep, over het onderzoekwerk aan de hand van een verslag (mondeling of schriftelijk). Zoek passende illustraties.



6

Beweging bij de regenworm (U)

6.1 Bewegingsstructuren

Regenwormen behoren tot de ringwormen. Het lichaam van deze dieren is zowel uitwendig als inwendig in **segmenten** of **ringen** ingedeeld. Deze indeling is het gevolg van de aanwezigheid van **dwarse tussenschotten**. Daardoor wordt de lichaamsholte als het ware in afzonderlijke kamertjes verdeeld.

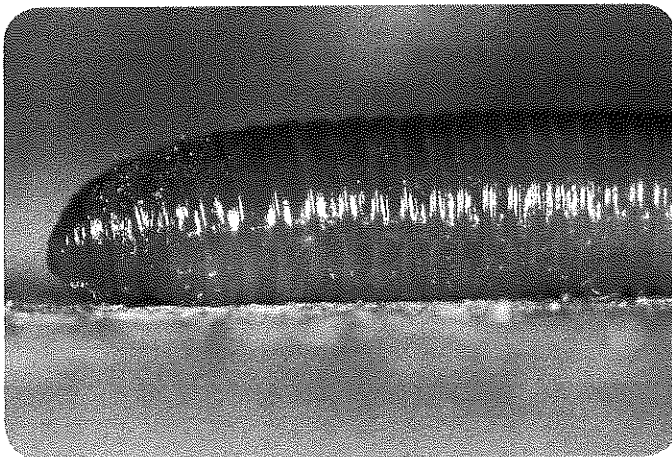


Fig. 4.43 De uitwendige segmentatie van de regenworm is duidelijk zichtbaar.

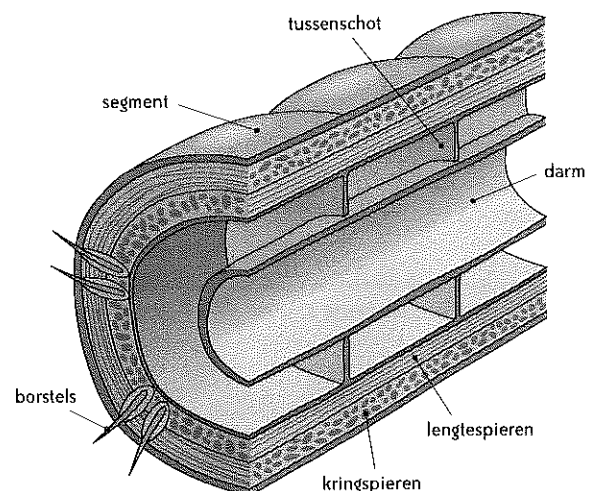


Fig. 4.44 Vereenvoudigde voorstelling van de uitwendige en inwendige segmentatie bij de regenworm.

Doordat elk segment volledig met **lichaamsvloeistof** is gevuld, staat de lichaamswand onder spanning. Dat geeft de regenworm een zekere stevigheid. Vandaar dat we deze lichaamsvloeistof het **hydroskelet** noemen.

In de lichaamswand komen twee spierlagen voor: de **kringspieren** aan de buitenkant en de **lengtespieren** aan de binnenkant. Samen met de **opperhuid** die eroverheen ligt, wordt zo een **huidspierzak** gevormd.

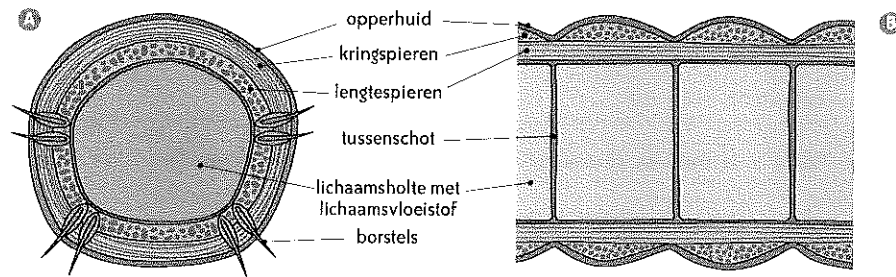


Fig. 4.45 Voortbewegingsstructuren bij de regenworm
A Dwarse doorsnede
B Overlangse doorsnede. De segmenten zijn gevuld met lichaamsvloeistof.

Op de buikzijde en op de flanken steken per segment 4 paren stijve haren of **borstels** uit. De borstels staan schuin naar achteren gericht en kunnen met behulp van **borstelspieren** als weerhaakjes in de bodem vastgezet worden.

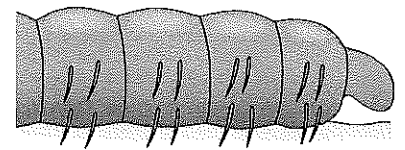


Fig. 4.46 Ligging van de borstels bij de regenworm (zij aanzicht)

6.2 Bewegingsmechanisme

De voortbeweging van een regenworm komt tot stand door de **samenwerking** van de **spierlagen** in de lichaamswand, de **lichaamsvloeistof** en de **borstels**.



AAN DE SLAG 22 Bewegingen bij de regenworm observeren

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Onderzoeksvraag: Hoe komt de voortbeweging bij de regenworm tot stand?

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Wat heb je nodig?

- regenworm
- keukenpapier
- meetlat
- loep
- potlood

VRAAG	PLAN	UITVOERING	BESLUIT
-------	------	------------	---------

Werkwijze en waarnemingen

1 Vul op basis van je waarnemingen de tekst aan en schrap wat niet past.

Leg een regenworm op vochtig keukenpapier en bestudeer het lichaamsoppervlak.

Het langgerekte lichaam is door talrijke ringvormige insnoeringen ingedeeld in segmenten _____.

Niet alle segmenten zijn even lang. De voorste zijn LANGER / KORTER dan de achterste.

- 2 Leg een meetlat naast de regenworm. Meet en noteer de maximum- en minimumlengte van het dier terwijl het over het papier kruipt.

de grootste lengte van de worm: _____ de kleinste lengte van de worm: _____

- 3 Observeer het voorste en het achterste gedeelte van een kruipende regenworm.

- Wat gebeurt er met het voorste gedeelte van het lichaam, wanneer de worm zich vooruit beweegt?

Het strekt zich uit.

- Wat is er met de diameter van deze segmenten gebeurd?

De diameter is kleiner geworden.

Dit is het gevolg van de samentrekking van KRINGSPIEREN / LENGTESPIEREN.

- Wat gebeurt er vervolgens met het voorste gedeelte?

Het zet zich vast en het wordt korter en dikker.

- Welke spieren zijn hiervoor verantwoordelijk?

Het vastzetten gebeurt met de borstelspiers.

Het korter en dikker worden is het gevolg van de samentrekking van lengtespiers.

- Wat is er ondertussen met het achterste gedeelte gebeurd?

Het achterste gedeelte is langer en smaller geworden door samentrekking van kringspiers.

VRAGEN

PLAN

UITVOERING

BESLUIT

Schrap wat niet past.

Als de KRINGSPIEREN / LENGTESPIEREN van een segment samentrekken, wordt de diameter van dat segment kleiner. De lichaamsvloeistof drukt daarbij op de tussenschotten waardoor dat segment ~~KORTER EN DIKKER~~ / LANGER EN DUNNER wordt.

Omgekeerd zal een samentrekking van de KRINGSPIEREN / LENGTESPIEREN van een segment de diameter ervan vergroten. De druk van de lichaamsvloeistof zal het segment weer ~~KORTER EN DIKKER~~ / LANGER EN DUNNER maken.

De borstelspiers zetten de borstels NAAR ACHTEREN / NAAR VOREN toe vast in de bodem.



OPDRACHT 27

Tekening A stelt een segment van de regenworm in zijaanzicht voor op het ogenblik dat de kringspiers ontspannen zijn.

- Duid bij tekening A en B de voor- en achterkant van het dier aan met V en A.
- Teken bij B de vormverandering van het segment in stippellijn, nadat de kringspiers zich hebben samengetrokken. (Houd rekening met de juiste verhoudingen.)

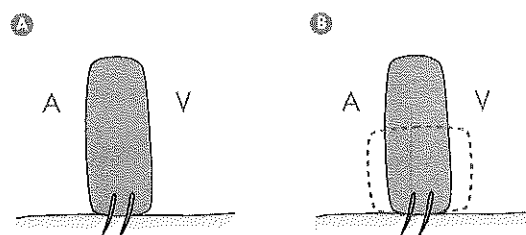
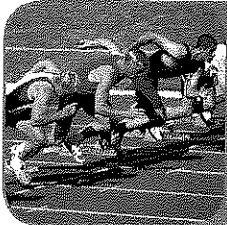


Fig. 4.47



7

Beweging bij eencellige organismen (U)

7.1 Beweging door trilhaarwerking

Het **pantoffeldiertje** is een eencellig organisme dat leeft in zoetwater waarin rottend plantenmateriaal voorkomt. Het celmembraan is bezet met **trilharen** of **ciliën**, die in schuine rijen volgens de lengteas zijn ingeplant. Door trilhaarwerking kan het pantoffeldiertje zich draaiend om zijn lengteas voortbewegen in het water.

Ook bij de **mens** komen op bepaalde plaatsen in het lichaam trilharen voor. Zo is de binnenwand van de **luchtpijp** bekleed met **trilhaarcellen**. Voedsel- of stofdeeltjes die in de luchtpijp terechtkomen, worden omgeven door slijm en vervolgens via trilhaarwerking terug naar de keelholte afgevoerd.

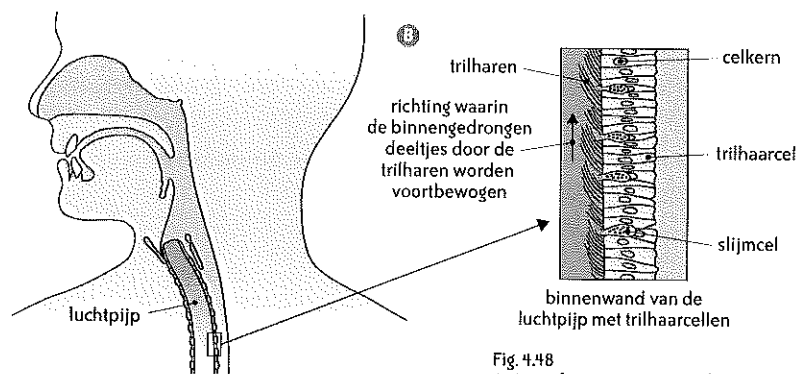
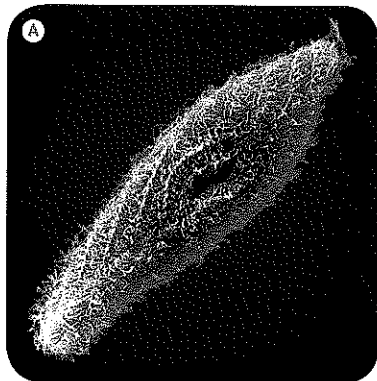


Fig. 4.48

A Microfoto van een pantoffeldiertje (tot 0,25 mm). Het celoppervlak is bezet met rijen trilharen.
B Schematische tekening van trilhaarcellen aan de binnenwand van de luchtpijp

7.2 Beweging door pseudopodiënvorming

De **amoebe** is een eencellig organisme dat leeft op rottende bladeren, in plassen en op mossen. De celvorm is niet vast, maar verandert langzaam en bijna voortdurend door **cytoplasmastroming**. Hierbij vormt het cytoplasma uitstulpingen, die **schijnvoetjes** of **pseudopodiën** worden genoemd. De kruipbeweging noemen we een **amoeboïde beweging**.

Amoeben vormen ook pseudopodiën **om zich te voeden**. Daarbij omvloeien ze bv. bacteriën met schijnvoetjes en sluiten ze in in een voedselvacuole, waarbinnen het voedsel wordt verteerd. Deze vorm van voedselopname heet **fagocytose**.

In ons lichaam kunnen bepaalde **witte bloedcellen** met amoeboïde bewegingen de bloedbaan verlaten naar de plaats waar bacteriën de weefsels zijn binnengedrongen. Daar fagocyteren ze de schadelijke indringers.

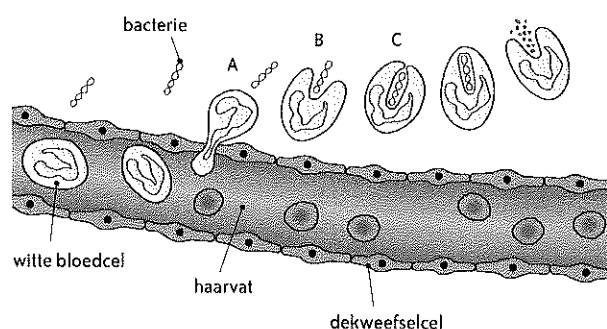
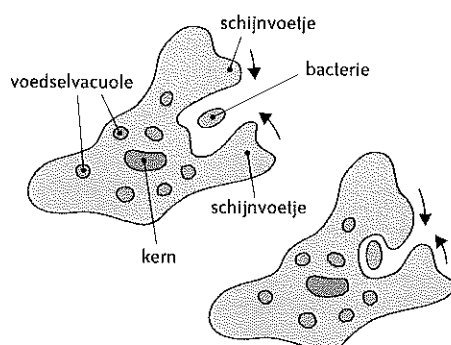
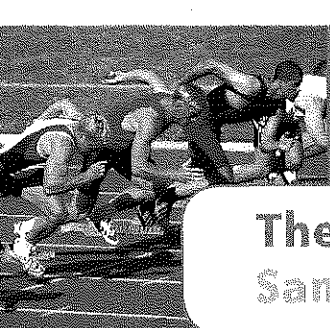


Fig. 4.50 Een witte bloedcel wringt zich met amoeboïde bewegingen tussen de dekweefselcellen (A) en kruipt tussen de weefselcellen door naar een bacterie (B), die hij fagocyteert (C) en vervolgens verteert.

Fig. 4.49 Fagocytose door pseudopodiënvorming bij de amoebe



Thema 4 - Spierwerking als reactie op prikkels

Samenvatting

1 Spieren zijn effectoren

Spieren worden **effectoren** genoemd, omdat ze (onbewust of bewust) **reageren op prikkels**.

2 Spierwerking niet in samenwerking met het skelet

Bepaalde **spieren** in het lichaam zijn **niet verbonden met het skelet** en zullen er dan ook niet mee samenwerken. Voorbeelden van zo'n spierwerking zijn:

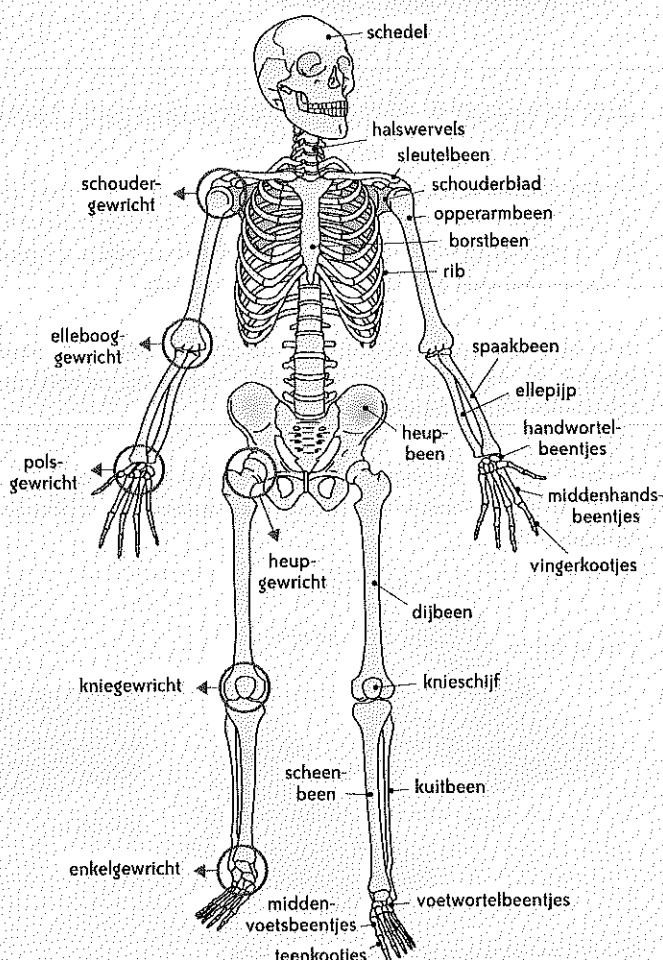
- **pompwerking** van de hartspier.
- met haarspiertjes **haren rechtop zetten** waardoor 'kippenvel' ontstaat.
- **peristaltiek** door afwisselende samentrekking van lengte- en kringspiieren in de darmwand en in de zaad- en eileiderwand.
- het **verwijden en vernauwen van bloedvaten** door kringspiieren in de wand van slagadertjes waardoor de bloedtoevoer geregeld wordt.

3 Spierwerking in samenwerking met het skelet

Beweging van het lichaam veronderstelt de werking van **skeletspieren**, die **beenderen** ten opzichte van elkaar doet bewegen in de **gewrichten**.

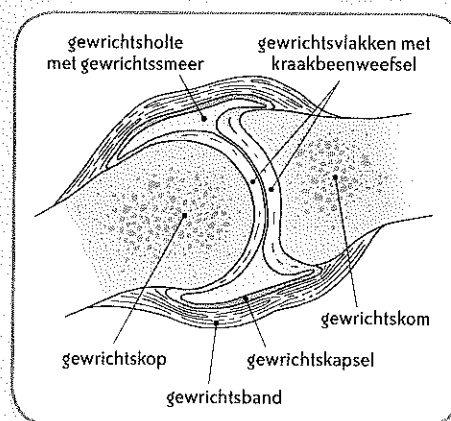
3.1 Skelet

- Het skelet bestaat uit beenderen die in grootte en vorm variëren.
- De vorm van een been bepaalt de functie van dat been.
- **Functies** van **beenderen** zijn:
 - steun en vorm aan het lichaam geven
 - beweging mogelijk maken
 - een opslagplaats van mineralen (calcium en fosfaat) vormen
 - weke organen beschermen
 - bloedcellen aanmaken.



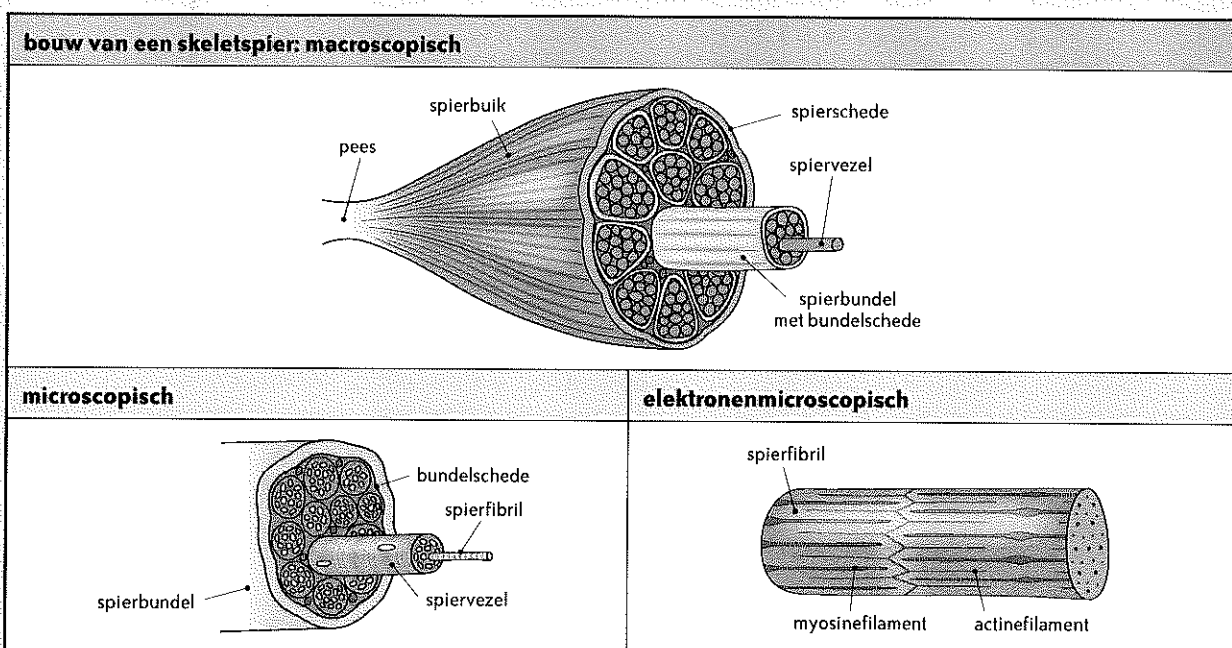
3.2 Gewrichten

- Een gewricht is een **verbinding tussen twee beenderen** die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen.
- We onderscheiden **verschillende soorten gewrichten** volgens de beweging die ze mogelijk maken (U).



3.3 Skeletspieren

- Skeletspieren zijn **spieren die met pezen vastzitten aan de beenderen** van het skelet.
- **Antagonistische spieren** zijn spieren die een tegengestelde beweging veroorzaken bv. de biceps en de triceps.
- Skeletspieren kunnen uitsluitend **actief samentrekken** of verkorten, maar **niet actief ontspannen** of verlengen. Het opnieuw ontspannen is het gevolg van de samentrekking van de antagonist.

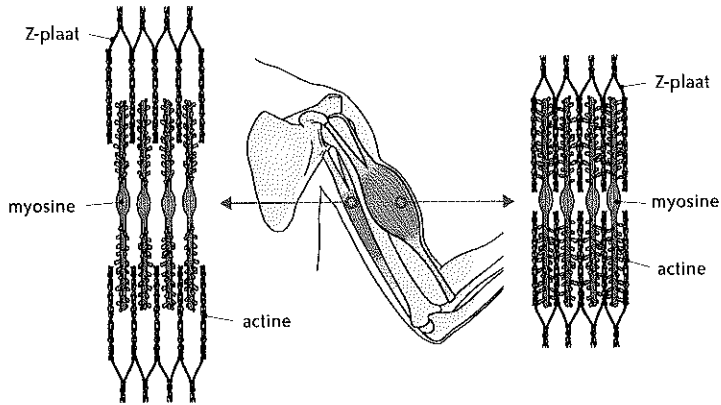


4 Soorten spierweefsel (V)

dwarsgestreept spierweefsel	hartspierweefsel	glad spierweefsel
• alle skeletspieren • geordende ligging van actine- en myosinefilamenten waardoor dwarse strepen voorkomen • meerdere celkernen per spiervezel • spiervezel enkele cm lang • snel en krachtig samentrekken en vlug vermoeid • onder invloed van de wil	• hartspier • dwarsgestreepte, vertakte spiervezels • één of twee celkernen per spiervezel • spiervezel 50 tot 100 μm lang • snel en ritmisch samentrekken en kort uithoudingsvermogen • niet onder invloed van de wil	• alle gladde spieren • geen geordende ligging van actine- en myosinefilamenten waardoor geen dwarse strepen voorkomen • één celkern per spiercel • spoelvormige cellen 0,5 mm lang • langzaam samentrekken en vrijwel onvermoeibaar • niet onder invloed van de wil

5 Hoe komt spiercontractie tot stand? (V)

5.1 Werking van spierfibrillen in een skeletspier

spierfibril in rust	spierfibril in actie
- actine- en myosinefilamenten zijn uit elkaar geschoven - spierfibril is dun en lang	- myosinefilamenten haken zich vast aan de actinefilamenten zodat beide soorten filamenten in elkaar schuiven - spierfibril wordt korter
	

5.2 Energie voor spierwerking

Spierglycogeen en leverglycogeen worden omgezet in afzonderlijke glucosemoleculen die na verbranding in de spiervezel chemische energie leveren.

5.3 Oorzaken van spierkrampen (U)

Eén van de oorzaken van spierkrampen is de **ophoping van melkzuur** in een spier waarin de zuurstofvoorziening tekortschiet. Melkzuur ontstaat door de **omzetting van glucose in afwezigheid van zuurstofgas**.

6 Beweging bij de regenworm (U)

De **bewegingsstructuren** van de regenworm zijn

- **lengte- en kringspieren** in de lichaamswand
- **lichaamsvloeistof** (hydroskelet)
- **borstels** met borstelspieren.

Bewegingsmechanisme: de kringspieren van de opeenvolgende segmenten trekken na elkaar samen. Door de druk van de lichaamsvloeistof op de tussenschotten worden de segmenten langer. De borstels zetten zich vast en zorgen ervoor dat de segmenten alleen in voorwaartse richting kunnen verlengen. Contracties van lengtespieren herstellen telkens de vormverandering van het segment.

7 Beweging bij eencellige organismen (U)

beweging door trilhaarwerking	beweging door pseudopodiënvorming
• pantoffeldiertje: voortbeweging in het water, draaiend om de lengteas, met behulp van trilharen of ciliën • analoge beweging bij menselijke cellen: Trilhaarcellen in de binnenwand van de luchtpijp voeren slijm met voedsel- en stofdeeltjes af naar de keelholte.	• amoëbe: voortbeweging in het water met schijnvoetjes of pseudopodiën (amoëboïde beweging); neemt voedsel op door fagocytose • analoge beweging bij menselijke cellen: Bepaalde witte bloedcellen verlaten met amoëboïde bewegingen de bloedbaan en fagocyteren bacteriën die de weefsels zijn binnengedrongen.

Wat je zeker moet kunnen

- ☐ Uit waarnemingen afleiden en illustreren dat bewegingen reacties op prikkels zijn.
- ☐ Uit waarnemingen afleiden en illustreren dat bewegingen veroorzaakt worden door spierwerking die niet gebeurt in samenwerking met het skelet.
- ☐ Uit waarnemingen afleiden en illustreren dat bewegingen veroorzaakt worden door spierwerking die gebeurt in samenwerking met het skelet.
- ☐ Aantonen dat antagonistische spieren tegengestelde bewegingen mogelijk maken.
- ☐ Op een figuur enkele voorbeelden van beenderen en gewrichten aanduiden en benoemen.
- ☐ Aan de hand van enkele concrete voorbeelden de werking van een gewricht verwoorden en de delen van een gewricht op een figuur benoemen.
- ☐ Op een figuur de macroscopische structuren van een spier benoemen (V).
- ☐ Op een figuur de microscopische structuren van een spier benoemen (V).
- ☐ De bouw en werking van dwarsgestreept en glad spierweefsel vergelijken en enkele voorbeelden in het menselijk lichaam situeren (V).
- ☐ Aan de hand van een figuur beschrijven en verklaren hoe spiercontractie tot stand komt (V).

Leerstof verwerken



OPDRACHT 28

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Welke uitspraak over het begrip effector is juist?

- a Een effector maakt een prikkel mogelijk.
- b Een effector maakt beweging mogelijk.
- c Een effector coördineert de beweging.
- d Een effector wordt veroorzaakt door een prikkel.

b



OPDRACHT 29

De urineblaas kan ongeveer 1 liter urine bevatten. Als ze meer dan 400 ml bevat, trekt de sluitspier van de blaas samen, wat we ervaren als drang om te urineren. Wanneer we met blote voeten op koude stenen of in koud water staan, voelen we een plotse drang tot urineren, ook wanneer de blaas niet meer dan 400 ml urine bevat.

Op welke twee prikkels reageert de sluitspier van de blaas? (Leid je antwoord af uit de tekst.)

op inwendige druk en temperatuur



OPDRACHT 30

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Waardoor kunnen beenderen in een gewricht gemakkelijk langs elkaar bewegen?

- a door gewrichtssmeer
- b door de gewrichtsbanden
- c door het gewrichtskapsel
- d door pezen

a



OPDRACHT 31

- a Waarom noemen we de afgebeelde spieren op Fig. 4.51 skeletspieren?

De spieren zijn vastgehecht aan beenderen.

- b Noteer in de tabel de naam van de vier beenderen op de tekening.

	beenderen
1	ellepijp
2	spaakbeen
3	opperarmbeen
4	schouderblad

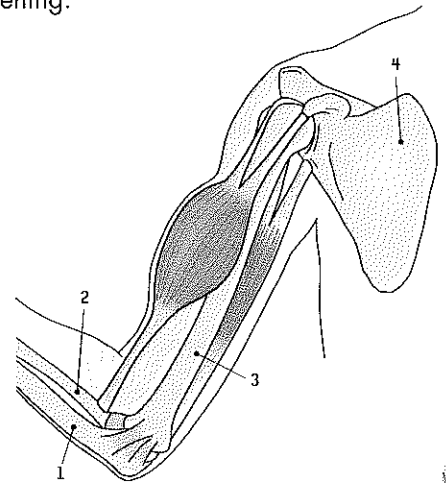


Fig. 4.51

- c Hoe noemen we het deel waarmee de afgebeelde spieren met de beenderen verbonden zijn?

pezen

- d Welke beenderen bewegen ten opzichte van elkaar als de biceps samentrekt en in welk gewricht gebeurt dat?

Spaakbeen en ellepijp bewegen ten opzichte van het opperarmbeen in het ellebooggewricht.

Welk soort gewricht is dat? scharniergewricht



OPDRACHT 32

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Welke spieren noemen we antagonisten?

- a een spier die de linkerarm buigt en een spier die de rechterarm buigt
b een spier die het linkerbeen buigt en een spier die het rechterbeen strekt
c een spier die de rug buigt en een spier die de rug strekt
d een spier die het hoofd doet knikken en een spier die het hoofd doet nee schudden

c



OPDRACHT 33

Wat is het belang van zuurstofgas voor de spierwerking?

Zuurstofgas is nodig voor de verbranding van glucose, waardoor energie vrijkomt die nodig is om actine- en myosinefilamenten in elkaar te doen schuiven.



OPDRACHT 34

- a Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Door vermoeidheid kan spierkramp ontstaan. Wat is er aan de hand?

- a De spier krijgt het te warm.
b De spier krijgt te weinig suiker.
c De spier trekt plotseling samen.
d De spiervezels zijn verschoven.

c

- b Wat is de oorzaak van spiervermoeidheid die leidt tot spierkramp?

ophoping van melkzuur in de spier