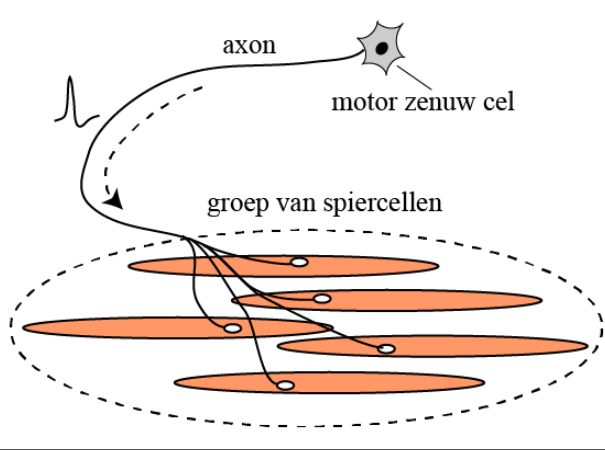


A.4.6. Motor Eenheid

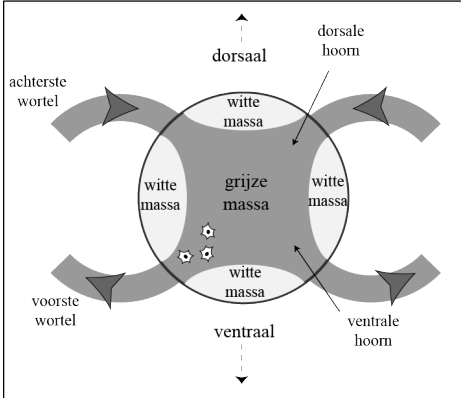
Introductie: De motoreenheid is de **enige** verbinding tussen het centrale zenuwstelsel (= de hersenen en zenuwen) en de **skeletspieren**.

A. Definities en vereiste structurele componenten:

Een Motor Eenheid:  BasisFysiologie.nl		
1. Een motoreenheid bestaat uit: 1. een motorische zenuwcel die zich in het ruggenmerg bevindt. 2. een axon dat van de zenuwcel naar een skeletspier gaat. 3. een aantal skeletspiervezels die worden geïnnerveerd door dit specifieke zenuwcel en motoraxon.	2. Het axon kan erg kort of heel lang zijn, afhankelijk van de afstand van het ruggenmerg tot de spier. In het geval van de spieren in je grote teen moet het axon bijvoorbeeld door de hele lengte van je been gaan; ongeveer een meter!	3. In bovenstaande figuur is de motorische zenuw verbonden met 5 spiervezels. Dit is eigenlijk een (hele) kleine motoreenheid. Normaal verbindt (= <i>innerveert</i>) een motoreenheid veel meer spiervezels. Gewoonlijk zijn dat een paar honderd tot een paar duizend spiervezels (= cellen) die verbonden zijn met één motorische zenuw.

B. Een beetje informatie over het ruggenmerg:

1. Het ruggenmerg is een onderdeel van het centrale zenuwstelsel. Het bevindt zich in de wervelkolom en loopt van het hoofd naar het sacrale gebied (= je billen!).	2. In deze dwarsdoorsnede (plaatje) bestaat het ruggenmerg uit twee delen; de grijze massa en de witte massa.	3. Zorg ervoor dat je de oriëntatie van het ruggenmerg in deze dwarsdoorsnede goed begrijpt; het bovenste gedeelte is dorsaal (naar achteren wijzend) en het onderste gedeelte is ventraal (naar voren wijzend).
--	--	---

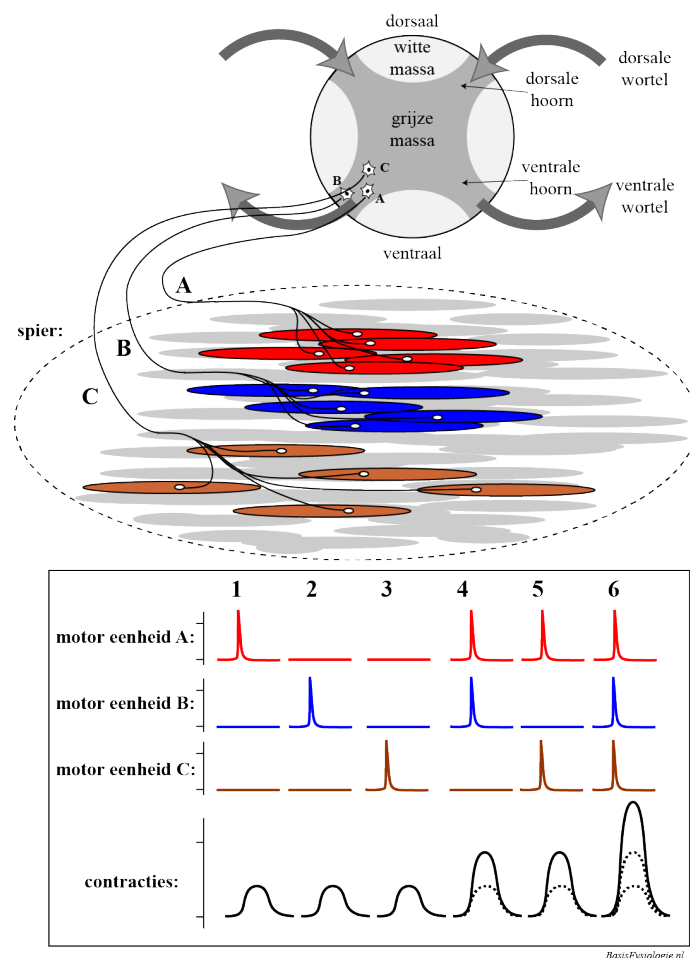
4. In het ruggenmerg zijn twee soorten weefsels aanwezig; de witte stof en de grijze stof (massa = weefsel).	5. De witte massa bestaat uit gemyeliniseerde zenuwvezels. Ze vormen banen die omhoog gaan (= naar de hersenen) en omlaag gaan (= vanuit de hersenen). Het is wit vanwege de myelinisatie. De grijze massa bestaat voornamelijk uit zenuwcellichamen (= soma), vandaar de grijsachtige kleur.	6. Het ruggenmerg is verbonden met het lichaam door de ruggengraat wortels.
		
7. Tussen elk paar wervels komen twee wortels binnen in het ruggenmerg (aan de dorsale zijde) en gaan er twee wortels uit het ruggenmerg (aan de ventrale zijde).	8. De (binnenkomend) dorsale wortels bevatten de axonen van sensoren in het lichaam. De (uitgaande) ventrale wortels bevatten de axonen die zijn verbonden met de 'effectors' in het lichaam, voornamelijk spieren en klieren.	9. Daarom worden de binnenkomende zenuwen sensorische zenuwen genoemd en de uitgaande zenuwen motorische zenuwen.
10. Die delen van de grijze massa in de wervelkolom die dicht bij de in- of uitgaande wortels liggen, worden de hoorns genoemd.	11. Vanwege de ventraal-dorsale oriëntatie worden deze hoorns daarom respectievelijk de ventrale hoorns en de dorsale hoorns genoemd.	12. De ventrale hoorn is het gebied van de motorische zenuwcellen (d.w.z. hun cellichaam = soma). De axonen van deze cellen gaan uit het ruggenmerg door de ventrale wortels, naar de spiercellen die ze innervieren.

C. Een beetje meer informatie over de motorunit:

1. De motoreenheid (= unit) is een functioneel systeem dat bestaat uit één motorische zenuw samen met de spiervezels die door die zenuw (= axon) worden geïnnerveerd.	2. Een motorische zenuw is een zenuw die een contractie van de skeletspieren initieert. Zijn soma (= cellichaam) bevindt zich in de ventrale hoorn van het ruggenmerg en zijn axon steekt uit de soma, via de ventrale wortel, naar een aantal spiervezels in de spier.
3. Een motorische eenheid innerveert NOOIT ALLE spiervezels in een spier. Als dat het geval zou zijn, zou elk actiepotentieel van dit motorneuron een massieve en niet-gereguleerde samentrekking van de hele spier veroorzaken; d.w.z. een enorme twitch.	4. Een motoreenheid integreert typisch 10-1000 spiervezels. Dit hangt af van het type spier. Kleine spieren die erg gevoelig zijn (zoals de kleine spieren in de vingers) innerveren kleine motorische eenheden (50-500 spiervezels), terwijl grote spieren die niet een fijne regulatie nodig hebben (zoals de grote spieren in de benen) hebben motoreenheden van 1.000 tot 10.000 spiervezels.

D. Hoe werkt een motorunit?

1. Een voorbeeld van een aantal motorunits wordt in de figuur getoond. In dit geval worden drie motorische eenheden getoond (drie motorneuronen A, B en C en hun respectievelijke spiervezels; rood, blauw en bruin), allemaal in dezelfde spier gelokaliseerd.	2. Als motorneuron A vuurt, dan zullen de rode spiervezels samentrekken. Als motorneuron B of C vuren, dan zullen de blauwe of de bruine vezels samentrekken. Dit wordt weergegeven in de grafiek in situaties 1, 2 en 3.
3. Als twee neuronnen tegelijkertijd vuren (situaties 4 en 5), dan zullen beide groepen spiervezels samentrekken, waardoor een sterkere contractie ontstaat. Dit effect wordt summatie genoemd. Als alle drie de neuronnen tegelijkertijd vuren (situatie 6), zal de contractie amplitude nog verder toenemen.	4. Je moet je realiseren dat de motorneuron de baas is. De spiervezels hebben hier absoluut geen zeggenschap over. Als het motorneuron een actiepotentiaal induceert, dan zal dat actiepotentiaal zich altijd voortplanten naar de spiervezels die door dat axon worden geïnnerveerd.



5. De reden hiervoor is dat de overdracht tussen de axon van de zenuw en de spiercel altijd succesvol is (*link: weet je het nog?*). Daarom, als er een actiepotentiaal in de motorische zenuw ontstaat, dan zullen er **altijd** actiepotentialen ontstaan in de gekoppelde spiervezels en dus contractie van die vezels. Je zou kunnen zeggen dat de spiervezels de 'slaven' zijn van de motorneuronen.

E. Spatiële en Temporele summatie:

- | | |
|---|---|
| <p>1. De hierboven besproken summatie, waarin verschillende motorneuronen samenwerken om sterkere contracties te induceren, wordt spatiële summatie genoemd. De term "spatieel" verwijst naar het feit dat spiervezels uit verschillende regio's in dezelfde spier</p> | <p>2. In een vorige pagina hebben we ook een ander type summatie besproken (zie: <i>Twitch & Tetanus</i>). In die situatie werd een enkele motoreenheid herhaaldelijk geactiveerd. Dit veroorzaakte ook summatie en dit type summatie kan nu temporele summatie worden genoemd</p> |
|---|---|

samen worden geactiveerd en samen contraheren.	(= summatie in de tijd; ‘tempor’ = tijd).
3. In het dagelijks leven zijn beide soorten summaties, spatieel en temporeel, tegelijkertijd actief en werken ze samen om soepele samentrekkingen en bewegingen van ons skelet uit te voeren.	

F. Waarom hebben we motorunits nodig? Zou het niet eenvoudiger zijn als een motorneuron één enkele spiervezel zou innervieren?

1. Als ieder spiervezel zou zijn verbonden met zijn eigen zenuwcel, dan zouden er net zoveel motorneuronen zijn als er spiervezels zijn.	2. Het probleem is dat er teveel spiervezels in het lichaam zijn. Als elke spiervezel zijn eigen motorneuron zou hebben, zou er een enorme toename zijn van het aantal motorneuronen en dus van de grootte van het ruggenmerg. Het ruggenmerg zou dan veel groter (en breder) zijn dan het nu is.
3. Dus, om efficiënter te zijn, innerveert één motorneuron typisch 100-10.000 motorvezels.	4. In feite zijn de ventrale hoorns (die de motorneuronen bevatten) inderdaad groter in twee gebieden langs het ruggenmerg; namelijk op die locaties waar de motorneuronen de bovenste en de onderste ledematen innervieren. Op die locaties zijn meer motorische neuron nodig om meer spieren te innervieren, in de ledematen, dan in andere delen van het lichaam (zoals thorax of buik).

G. Nog een paar opmerkingen over motoreenheden:

1. Motoreenheden zorgen voor een efficiëntere manier om spieren te stimuleren en samen te trekken. Als de hersenen veel controle nodig hebben om delicate bewegingen uit te voeren, zullen er veel neuronen bij deze samentrekking betrokken zijn en dan zullen de motorische eenheden kleiner zijn (minder spiervezels verbonden met	2. Als in sommige spieren de hersenen niet veel controle nodig hebben, dan zullen er minder motorneuronen aan deze spieren worden ‘toegewezen’.	3. Dit is vaak het geval met de grote spieren zoals in de benen of in de buik. Motorneuronen die deze spieren regelen, maken vaak verbinding met duizenden spiervezels.
---	---	---

elk motorneuron).		
4. Motoreenheden bieden ook de mogelijkheid om contracties voor langere tijd vol te houden.	5. In het diagram bijvoorbeeld, als motoreenheden A afwisselen met B en C, zou de samentrekking van de hele spier in de tijd worden opgeteld en krijgt elke motoreenheid op zijn beurt wat rust terwijl de anderen aan het werk zijn.	6. Dit verhaal over de motorische eenheden is alleen geldig voor de skeletspieren . De situatie is heel anders voor de hart en de gladde spieren.