

De Neuronmusculaire overdracht bij insecten.

Uit natuur en techniek

Skelet spieren trekken samen onder invloed van een signaal of een reeks van signalen, afkomstig uit het centrale zenuwstelsel. De verbinding (synaps) tussen een uitloper van een zenuwcel (neuron) en een vezel van een spier (musculus) heet een neuronmusculaire synaps.

De figuur toont de afbeelding van een sprinkhaan waaraan de rechter achterpoot relatief vergroot wordt afgebeeld. In het dijbeen liggen twee grote spieren, de buigspier en de strekspier of de springspier. Alleen de strekspier is hier weergegeven. Deze spier bestaat uit een aantal spiervezels die aan het lichaam vastzitten aan het uitwendige skelet, het integument. Daar het integument op de figuur niet wordt weergegeven, zien we de spiervezels liggen, aan de andere zijde zitten deze vezels vast aan een lange pees die verbonden is met de bovenkant van het scheenbeen.

Alle spiervezels staan via één of enkele zenuwuitlopers in verbinding met het centrale zenuwstelsel. In het ganglion dat bij de achterpoot hoort zijn twee zenuwcellen (neuronen) getekend, de twee uitlopers vertakken zich over de spier zodat iedere spiervezel van een takje voorzien is. Aan het feit dat één van de twee systemen slechts een deel van de spiervezels innerveert zullen we hier voorbijgaan.

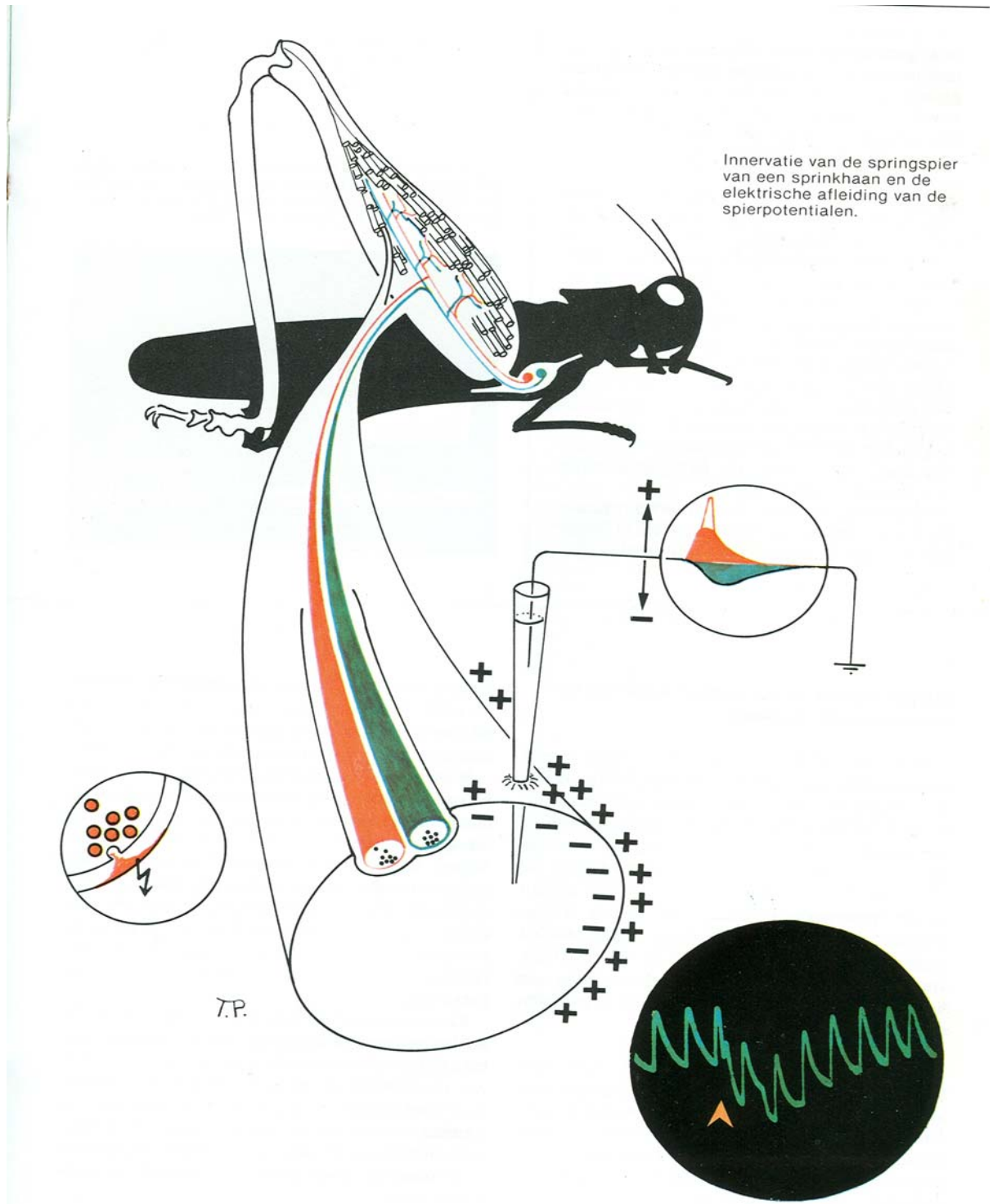
Één van de spiervezels is, met de bijhorende zenuwuitlopers, in de tekening naar voren getrokken en daarbij geleidelijk vergroot. Eenmaal voldoende vergroot is de spiervezel op de tekening doorgesneden. Op de doorsnede zien we dat de spiervezel een inbochtiging vertoont waarin de uitlopers van de zenuwcellen liggen.

In tegenstelling tot de skeletspieren van de vertebraten, waarin een enkelvoudige innervatie van de spiervezels aanwezig is, zijn de meeste vezels van insectenspieren meervoudig geïnnerveerd. In ons voorbeeld is een dubbele innervatie aanwezig, een stimulerende en een remmende. In beide typen zenuwuiteinden liggen ter plaatse van de neuronmusculaire synaps kleine blaasjes, die in de figuur door zwarte stippen zijn weergegeven. In deze blaasjes zit naar alle waarschijnlijkheid de overdrachtstof, dat is de stof die het signaal van het zenuwuiteinde naar de spiervezel overbrengt. Voor het stimulerend systeem is dit waarschijnlijk het aminozuur: glutaminezuur. Voor het remmend systeem is dit ook een aminozuur: gamma-aminoboterzuur.

Als een elektrisch signaal – de zogenaamde zenuwactiepotentiaal – de synaps bereikt, wordt de inhoud van een groot aantal blaasjes naar buiten gestoten zoals voor het stimulerend systeem is weergegeven in de cirkel links in de figuur. De overdrachtstof komt in aanraking met de spierzijde van de synapsspleet die vaak maar enkele honderdsten van een micrometer dik is. De afgifte van overdrachtstof vindt dus plaats aan de spiermembraan of postsynapstische membraan. Deze reactie geeft, op een manier waarop we hier niet zullen ingaan, aanleiding tot een nieuw elektrisch verschijnsel: de postsynapstische potentiaal. Om dit te kunnen begrijpen voeren we eerst het begrip rustpotentiaal in.

We prikken de intacte spiervezel aan met een fijn uitgetrokken glazen pipet waarvan de punt dikte minder dan een micrometer bedraagt en waarvan de holte gevuld is met een geconcentreerde zoutoplossing. We hebben nu elektrisch contact met de binnenkant van de spiervezel. De aardelektrode staat in de badvloeistof. Als we beide elektroden met een voor dit doel geschikte meetinstrument verbinden nemen we tussen binnen en buiten een spanningsverschil van 60 millivolt waar. De binnenkant is negatief, dit noemen we de rustpotentiaal.

Bij activatie van de stimulerende zenuwuitloper blijkt de negatieve rustpotentiaal tijdelijk te verminderen; de gepolariseerde spiervezelmembraan wordt tijdelijk iets gedepolariseerd. Bij



activatie van de remmende zenuwuitloper wordt de potentiaal tijdelijk iets hoger; de spiervezel wordt gehyperpolariseerd.

Als ons meetinstrument, een oscilloscoop is kunnen we de potentiaalverandering in functie van de tijd uitzetten. De cirkel rechts verbonden met de micro-elektrode stelt het oscilloscoopscherm voor. Het bovenste deel is de tijdelijke depolarisatie, het onderste deel de hyperpolarisatie zoals deze afzonderlijk kunnen voorkomen. Als ze simultaan voorkomen werkt de hyperpolarisatie de depolarisatie tegen zoals te zien in de zwarte cirkel, waarin een foto het werkelijke beeld van het oscilloscoopscherm weergeeft. De stimulerende zenuwcel vuurt hier met een vrij hoge frequentie. Bij de pijlpunt vuurt de remmende zenuwcel éénmalig; de trein van depolariserende potentialen wordt door de hyperpolarisatie naar beneden getrokken.

Depolarisatie leidt tot spiercontractie die krachtiger wordt als de spiervezel onder invloed van de depolariserende postsynaptische potentiaal ook zelf gaat “vuren” en een spiercontractiepotentiaal vertoont. Depolarisatie en hyperpolarisatie zijn te vergelijken met gas geven en remmen.

Bij het simultaan openbarsten van een groot aantal synapsblaasjes, zoals dat na de aankomst van een zenuwpuls kan gebeuren, is het elektrisch resultaat een postsynaptische potentiaal. Ook in rusttoestand barsten er wel eens blaasjes open en dat gebeurt volgens het toeval. Het resultaat hiervan is ook een postsynaptische potentiaal, maar nu een veel kleinere, een zogenaamde miniatuurpotentiaal (fig. 3).

Fig. 3. Onregelmatig optredende miniatuurpotentialen zijn het gevolg van toevallig vrij komende hoeveelheden transmissiestof, waarschijnlijk door het spontaan openbarsten van een enkel synapsblaasje.

De kans dat een blaasje openbarst kan vergroot of verkleind worden, we zouden het simultaan openbarsten van een groot aantal blaasjes kunnen beschouwen als een plotseling optredende en zeer kort durende verhoging van de kans op openbarsten van de blaasjes. Er bestaan ook stoffen, giften of geneesmiddelen die de kans op het openbarsten vergroten of verkleinen.

